ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1920.

PRÉSIDENCE DE M. Henri DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. *Paternò*, Correspondant de l'Académie, professeur de Chimie à l'Université de Rome, et à M. *Constantin D. Zenghelis*, professeur de Chimie à l'Université d'Athènes, qui assistent à la séance.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'éruption de la Katla* (*Islande*) *en* 1918. Note de M. A. Lacroix.

Vers le milieu d'octobre 1918, le volcan de la Katla, silencieux depuis 1860, est entré en violente éruption. Le 12 mai, peu après midi, à la suite d'une légère secousse de tremblement de terre (1), une énorme colonne de cendres incandescentes s'élevait au-dessus du glacier de Mýrdal (Mýrdalsjökull); elle était visible de tous les points de l'île, dans un rayon de 200^{km} à 300^{km}.

Dans la matinée du 13, à Reykjavik, situé à 170^{km} du volcan, la chute de cendres était si épaisse que le ciel en était obscurci; l'épaisseur de la cendre tombée sur cette ville a été de $0^{mm},04$ et du double le 30 octobre (2).

L'éruption explosive dura jusqu'au 2 novembre (3). Comme tous les

---

(1) Au cours de cette éruption, les flancs du volcan ont été agités par des tremblements de terre. Dans le Mýrdalur, secousses légères le 16 octobre, très violentes le 24 (à $6^h 30^m$ et $9^h 30^m$), le 28, etc.

(2) M. Samuel Eggertsson évalue le cube des cendres tombées pendant l'éruption, dans un rayon de 1000^{km}, à $698\,220\,000^{m^3}$.

(3) Des explosions particulièrement violentes ont eu lieu les 22, 23 et 24 octobre.

grands paroxysmes d'Islande, elle fut signalée par de terribles débâcles de glace (jökulhlaupt) entraînant d'énormes pans de glacier ([1]).

M. le Ministre des Affaires étrangères ayant communiqué à l'Académie ces renseignements, extraits d'une dépêche du vice-consul de France à Reykjavik et accompagnés de divers documents, je l'ai prié de vouloir bien demander en Islande un supplément d'information, ainsi que des produits de l'éruption. Ces documents viennent de me parvenir; ce sont des cendres, recueillies le 13 octobre dans la capitale islandaise, et d'autres, ramassées dans le cratère même du volcan par M. Pall Sveinsson, professeur au lycée de Reykjavik et président de l'Alliance française.

Celui-ci a été le premier à pénétrer jusqu'au cratère de la Katla. Le récit de son expédition est joint aux échantillons qu'il a recueillis. Je suis redevable à M. Ch. Rabot de la traduction d'informations contenues dans des publications islandaises et danoises ([2]) qui complètent ces divers documents.

Le volcan de la Katla est situé à une cinquantaine de kilomètres au sud-ouest de l'Hécla, dans la partie est-sud-est du M ́rdalsjökull, l'une des grandes coupoles glaciaires de l'Islande méridionale et dont la superficie atteint un millier de kilomètres carrés.

La distance séparant ce glacier de la côte varie entre 10^{km} et 20^{km}, et dans l'intervalle se trouvent (en allant de l'Ouest à l'Est) les paroisses d'Eyjafjöll, de M ́rdalur, d'Alftaver et de Medalland. Entre Mýrdalur et Alftaver, c'est-à-dire au sud-est du glacier, se développe le Mýrdalsandur, désert de sable de 550^{km^2}, accumulé par les débâcles glaciaires qui accompagnent les paroxysmes du volcan.

Le Mýrdalsjökull proprement dit (partie sud-est du grand glacier) est surmonté dans ses parties nord-ouest et sud-ouest par deux coupoles de glace dont l'altitude est de 1500^{m} à 1600^{m}; entre ces deux coupoles, il

---

([1]) Un raz de marée a été signalé le 12 octobre à Vík, sur la côte au sud du volcan; la mer s'est retirée tout d'abord, en laissant à sec des rochers qui ne découvrent pas aux grandes marées, puis elle est revenue progressivement à son niveau normal; c'est la marche des mouvements de la mer qui, en 1902, ont accompagné les grandes explosions de la montagne Pelée. Plus tard, plusieurs grosses ondes ont déferlé contre la côte, venant de l'Est, alors que la houle arrivait du Sud (Thoroddsen).

([2]) P. Sveinsson, *Kötlugosid*, 1918; Reykjavik, 1919; 61 pages. — Gudgeir Jóhannsson, *Kötlugosid*, 1918; Reykjavik, 1919; 72 pages. Ces deux Mémoires ont été résumés par Th. Thoroddsen, *Vulkanen Katla og dens sidste Udbrud*, 1918 (*Geografisk Tidskrift*, Copenhague, 25 B., Heft IV, 1919).

existe une grande cuvette ([1]) ayant une quarantaine de kilomètres de surface et au fond de laquelle ([2]) s'ouvre le cratère de la Katla ([3]). M. Pall Sveinsson a atteint celui-ci par la coupole nord-est, dont les flancs extérieurs étaient couverts par $0^m,50$ de cendres, alors que, grâce à l'action du vent, son sommet était libéré de produits volcaniques. Les flancs s'inclinant vers le cratère étaient recouverts par une couche solide d'au moins $0^m,75$ de cendres fines de couleur noire cachant la glace. M. Sveinsson a trouvé de nombreuses crevasses au fond de cette cuvette; celle qui constitue le cratère mesure de 500^m à 800^m sur 40^m, avec une profondeur d'environ 25^m. Sur un fond horizontal, dépourvu de glace ([4]), qui n'a pu être atteint, se voyait de l'eau courante (froide?); l'explorateur n'a observé ni fumerolles, ni produits de sublimation, mais seulement une boue d'un jaune brun dont un échantillon, recueilli sur le bord d'un ruisselet, m'a été envoyé. Par lévigation, j'en ai extrait une partie légère, jaune, riche en limonite, provenant de l'altération (probablement par des vapeurs acides) d'une partie lourde constituée par de la cendre noire, semblable à celle recueillie sur la glace ([5]).

Les débâcles ont ouvert dans le glacier deux ravins profondément encaissés; l'un se dirige vers le Sud; il a formé un courant qui est passé à l'ouest de l'Hafursey, puis de l'Hörleifshöfdi pour se jeter à la mer en menaçant le petit port de Vík. L'autre est orienté vers l'Est; le courant qui l'a suivi s'est en partie dirigé vers le Sud et le Sud-Est, passant à l'est de l'Hafursey; il a ravagé une partie de la Skaftártunga, puis l'Alftaver et le Meddeland. Ces courants torrentiels, animés d'une vitesse énorme, ont entraîné des monceaux de glace ([6]) jusqu'à 30^{km} au large; leurs matériaux pierreux ont édifié sur la côte un vaste promontoire qui est rapidement

---

([1]) M. Sveinsson a remarqué sur le flanc intérieur des deux coupoles des rochers perçant le glacier.

([2]) D'après des indications recueillies de la bouche de personnes connaissant le glacier, il résulte qu'avant l'éruption l'emplacement du cratère actuel était occupé par de la glace qui, depuis l'éruption de 1860, avait progressivement atteint le niveau des deux coupoles.

([3]) Les 20 octobre et 3 novembre, on vit distinctement du sud du Mýrdalsjökull s'élever du volcan deux colonnes distinctes de vapeur, ce qui semble indiquer l'existence de deux bouches d'explosion.

([4]) Cette ascension du volcan a été effectuée le 2 septembre 1919.

([5]) Elle renferme une petite quantité de sulfate de calcium et de chlorure de sodium.

([6]) Le volume de la glace entraînée par la débâcle du 12 octobre et écoulée par le chenal de l'Est, a été estimé à $1^{km^3},5$. La quantité de glace charriée à l'est de l'Ha-

rongé par la mer. C'est la reproduction, dans leurs moindres détails, des phénomènes secondaires de l'éruption de 1860.

Il résulte des renseignements recueillis sur l'éruption de 1918 que celle-ci a été exclusivement explosive. Elle n'a été accompagnée d'aucun épanchement de lave et tel semble avoir été le caractère des treize éruptions antérieures, signalées dans ce volcan depuis la période historique ([1]) [894, 934, 1245, 1262, 1311, 1416, 1580, 1625 ([2]), 1660, 1721, 1755, 1823, 1860].

Le caractère exclusivement explosif de ce volcan est d'autant plus intéressant à signaler que la Katla se trouve à proximité des grandes fentes de l'Eldgja et du Laki de l'éruption fissurale de 1783 ([3]), célèbre par les torrents de lave fluide qu'elle a déversée. Cette particularité rendait intéressant l'examen chimique comparatif des cendres de 1918 et de la lave de 1783, afin de savoir s'il existe une différence de composition permettant de discuter le régime différent de ces deux centres volcaniques, dans le cas où le caractère explosif constant de la Katla ne serait pas dû à la position de son orifice sous l'énorme masse de glace du Myrdalsjökull. Mais l'Islande étant actuellement couverte d'une épaisse couche de neige, M. Sveinsson m'a demandé jusqu'à l'été pour recueillir les documents nécessaires à cette comparaison. Il m'a paru néanmoins intéressant de publier dès à présent l'analyse chimique des cendres de 1918 qui a été faite par M. Raoult.

Ces cendres sont le résultat d'explosions vulcaniennes; ce sont de petits fragments anguleux de verre noir, peu ou pas bulleux, se montrant, en lames minces, homogène et à peu près complètement dépourvu de cristallisation.

L'analyse *a* [III.5.3(4).4] fournit des résultats presque identiques à ceux concernant un basalte sans olivine *b* (III.'5.3'.'4), récemment décrit par M. A. Holmes ([4]), qui renferme une petite quantité de silice libre vir-

---

fursey a été beaucoup plus considérable; des blocs de glace abandonnés sur le sable atteignaient 60^m de hauteur. La surface ravagée par les débâcles a été évaluée à 650^{km^2}.

([1]) Th. Thoroddsen, *Oversigt over de islandske Vulkaners Historie* (Copenhague, 1882), et H. Pjeturss, *Island* (*Handb. d. region. Geol.*, Bd IV, 1910, p. 14).

([2]) Les cendres de cette éruption ont été transportées par le vent jusqu'à Bergen, en Norvège.

([3]) Cette fente, d'une longueur d'environ 30^{km}, est orientée Nord-Est et se termine au Merkurjökull, partie septentrionale du Myrdalsjökull.

([4]) *Mineralog. Magaz. London*, t. 18, 1918, p. 192.

tuelle et provient du Reydarfjord (Eskifjord); on y remarque en particulier la haute teneur en titane paraissant caractéristique du petit nombre des roches volcaniques basaltiques d'Islande, des Feroe et du Groënland, qui jusqu'ici ont été analysées.

	a.	*b.*
SiO^2	47,68	48,79
Al^2O^3	12,54	11,96
Fe^2O^3	3,44	2,51
FeO	12,34	12,10
MgO	5,25	5,60
CaO	9,58	10,15
Na^2O	2,43	2,40
K^2O	0,88	0,70
TiO^2	5,01	4,17
P^2O^5	0,23	0,37
V^2O^3	»	0,11
MnO	»	0,21
H^2O +	0,44	0,40
H^2O −	0,15	0,65
	99,97	100,59 [1]

ASTRONOMIE. — *Les instruments et les observations de Bailly au Louvre. — L'Observatoire de l'abbaye de Sainte-Geneviève, à Paris.* Note [2] de M. G. **Bigourdan.**

INSTRUMENTS DE BAILLY.

1. Une *lunette méridienne* de Canivet, de 4^{pi} de foyer; axe de 2^{pi}, tournant sur deux coussinets dont un est dans une entaille du mur et l'autre, appuyé sur une pierre de taille de 4^{pi} de hauteur « solidement scellée dans le plancher ». Bailly vérifiait la position de cette lunette par le moyen des hauteurs correspondantes.

2. Un « *quart de cercle* de l'Observatoire, de 3^{pi} de rayon », remis par Cassini III.

3. Un *quart de cercle* employé, à partir de 1759 décembre 6, pour les hauteurs correspondantes, et prêté par La Caille. Bailly y signale une faute dans la division du limbe, entre 11°10′ et 11°30′.

4. Un *sextant* de 6^{pi} de rayon, remis aussi par Cassini III, et qui avait alors un arc de 52°; Bailly y fit ajouter par Canivet un supplément de 15°,

---

(1) $CO^2 = 0,41$; $S = 0,06$.

(2) Séance du 6 avril 1920.

ce qui porta l'arc à 67°; mais il ne pouvait le vérifier ni à l'horizon, ni au zénith, cachés pour lui. Il s'en sert, dit-il, comme d'un quart de cercle.

5. Une *machine parallactique* de Canivet qui sans doute était sa propriété particulière, et sur laquelle il plaçait diverses lunettes. Il en fait usage dès le 30 novembre 1759; au besoin il la place du côté du Nord (p. 126 du registre, 1762 juin 4, et *Mém.*, 1763, p. 229).

6. Une *lunette* dont il donne accidentellement et très exactement le foyer : $3^{pi}\,2^{po}\,4^{li}\,\frac{1}{2}$; elle paraît lui appartenir; il en fait usage dès le mois de décembre 1759 avec un réticule rhomboïdal, dont La Caille détermina le champ (diagonale équatoriale), $1^\circ 6' 56''$.

7. Une *lunette* de $2^{pi}\,\frac{1}{2}$ qu'il emploie au Collége Mazarin en mars 1759 et qui peut-être appartenait à ce collége.

8. Une « nouvelle *lunette* de 2 pieds, garnie d'un réticule en lozange », qu'il utilise dès le 22 février 1760; plus tard il dit que le champ de ce réticule (évidemment la diagonale parallèle à l'équateur) a $2^\circ 34' 24''$.

9. Une *lunette* achromatique de 5^{pi} de foyer, 24^{li} d'ouverture, $gross^{t}$ 74, qu'il emploie en 1768-1771 pour les satellites de Jupiter.

10. Une *pendule* à secondes de Le Paute, qu'il utilise dès l'origine et qui paraît lui appartenir. Parfois le balancier frappe la boîte.

11. Une autre *pendule*, dite du « Cabinet ».

12. Un valet ou *compteur* à secondes, de qualité médiocre, et qu'on déplace quand les circonstances obligent à installer la lunette loin de la pendule à secondes.

13. Une *lunette fixe* « attachée à mon mur, dit Bailly, par des crampons très-solides ». Souvent elle est dirigée à la hauteur de Sirius. Elle avait au foyer une *lame* où l'on observait, évidemment sans éclairage, l'immersion et l'émersion des étoiles faibles, et un *fil*, éclairé sans doute, pour l'observation des étoiles brillantes.

14. Une *méridienne filaire* qui passe par le cabinet de Bailly; pour la régler, La Caille prend au Louvre des hauteurs correspondantes du Soleil, le 18 novembre 1759.

Les instruments 2 et 4 ne furent sans doute à la disposition de Bailly qu'après son élection à l'Académie des Sciences. Et Delambre (VI, 743) pense que le sextant 6 est un de ceux de La Caille.

Observations. — Les premières observations de Bailly sont celles qu'il fit en 1759 (mai) au Collége Mazarin sur la comète 1759 I (Halley).

En déterminant les éléments de l'orbite de cet astre (*Sav. Etr.*, V, p. 12)

il n'emploie cependant que des observations de La Caille, « n'étant pas encore, dit-il, assez exercé dans les observations astronomiques pour produire celles que j'ai faites comme des mesures exactes... ».

Il fit ensuite au Louvre quelques observations, demeurées inédites, des comètes 1759 II et 1759 III, puis de la comète de 1762 : celles de cette dernière comète sont dans *Mém. Acad.*, 1763, p. 229-234, avec les éléments déduits de trois de ses propres observations, et la comparaison de tous les lieux observés par lui aux lieux calculés.

Les autres observations qu'il fit au Louvre sont résumées pour la plupart dans *Mém. Acad.*, 1765 (p. 396-410) : ici il donne uniquement des oppositions de ♂, ♃ et ♄ (1). A l'exception de l'opposition de Mars de 1764, il a rapporté les planètes aux étoiles voisines, avec la machine parallactique et un réticule rhomboïdal, « méthode indépendante de l'*aberration* des instrumens ». Dans l'opposition de Mars de 1764 il emploie au méridien l'instrument des passages et le sextant de 6 pieds de rayon; et c'est encore de la même manière qu'il observe l'opposition de Jupiter en 1768 (p. 415-417).

Quoiqu'il ne le dise pas explicitement, c'est sans doute au Louvre qu'il fit celles de ses observations de satellites de Jupiter (1768-1771) qu'il discute dans un travail sur l'emploi des diaphragmes (*Mém. Acad.*, 1771, p. 580-667). Nous ne connaissons d'ailleurs pas d'autres observations faites là ultérieurement, de sorte que l'observatoire qui nous occupe ne fut utilisé que pendant 11 à 12 années, et même d'une manière peu active.

Dans la suite Bailly ne fit plus que quelques observations accidentelles (2); déjà, sans aucun doute, il devait être absorbé par la préparation de son *Histoire*, car il fit paraître en 1775 son premier volume, relatif à l'Astronomie ancienne (3).

---

(1) ♂ : 1760, 1762, 1764. — ♃ : 1760, 1761. — ♄ : 1760, 1761, 1762.

(2) Voici la liste de ces observations :

1773 septembre 30 : *Ecl.* de ☾ et anneau de ♄ observés à La Muette (p. 241).

1776 juillet 30 : *Ecl.* ☾, (p. 431) observée dans l'appartement de Jeaurat à l'Observatoire royal, avec une lunette achromatique travaillée par Rochon (grosst 100; aide : abbé Briquet).

En juin 1769 il avait observé aussi à La Muette (p. 531) le *passage de Vénus* et l'*éclipse* de Soleil du lendemain.

Mentionnons enfin deux observations inédites d'*éclipses* de Lune : celle du 22 novembre 1760 au collège Mazarin (p. 80) et celle du 7 mai 1762 au Louvre (p. 124).

(3) Rappelons que c'est au Louvre également, au Jardin de l'Infante, que furent faites en 1774 des expériences avec un grand verre ardent (*Mém. Acad.*, 1774, H. 1

L'Observatoire de l'abbaye de Sainte-Geneviève. — Cet Observatoire fut bâti pour Pingré, qui a été à peu près seul à l'utiliser; aussi son histoire se confond en majeure partie avec celle des observations, peu nombreuses, que cet astronome a faites à Paris. Or Pingré fut surtout un calculateur et un érudit, ce qui s'explique aisément, parce qu'il s'adonna tard à l'Astronomie, après s'être livré longtemps à l'enseignement. D'ailleurs il était très myope et peu leste, dit Delambre, qui ajoute : il était « un observateur peu adroit ».

Donnons d'abord quelques détails sur sa vie :

Alexandre-Guy PINGRÉ naquit à Paris le 4 septembre 1711. Il fit ses études à Senlis, chez les chanoines réguliers de la Congrégation de France, ordinairement appelés *Génovéfains*, et entra dans cette congrégation en 1727, à l'âge de 16 ans; dès l'âge de 24 ans il fut chargé d'enseigner la théologie.

Les idées jansénistes divisaient alors les Génovéfains, et Pingré, qui les avait adoptées, fut parmi les opposants au Chapitre général de 1745. Mis alors à l'enseignement des humanités, il fut envoyé successivement à Châtillon-sur-Sèvre en Poitou (1729), à Foix, à Saint-Antonin-de-Rouergue (1737), à La Couronne (1742), à Chartres, etc. En 1748 il se trouvait à Rouen, lorsque Le Cat fonda l'Académie de cette ville et y appela Pingré. Cette Académie n'ayant pas d'astronome, Pingré accepta d'en remplir la place, et c'est ainsi qu'à l'âge de 38 ans il commença de s'occuper d'Astronomie.

Il fit à Rouen diverses observations, et l'Académie des Sciences de Paris le nomma Correspondant astronome le 12 mai 1753.

Peu après, il fut appelé à Paris pour exercer les fonctions de bibliothécaire à Sainte-Geneviève; et en 1770 il devint chancelier de l'Université, charge qui était pour une partie à la nomination de l'abbé. Déjà en 1756, le 31 mars, l'Académie des Sciences l'avait nommé *Associé libre*, seul titre alors compatible avec celui de membre d'une congrégation religieuse.

Chargé d'observer les deux passages de Vénus du XVIIIe siècle, en 1761 il se rendit à l'île Rodrigue (Océan Indien), puis en 1769 au cap François (île Saint-Domingue); ici il fut conduit par l'*Isis*, commandée par Eveux de Fleurieu. Il fut en outre de deux voyages pour l'épreuve des montres marines, celui de l'*Aurore*, avec Messier (1767) et celui de la *Flore* (1771) avec Verdun de la Crenne et Borda.

Outre l'astronomie, il cultiva aussi la botanique et même la poésie. On verra plus loin qu'il ne fit que des observations accidentelles, mais il se livra aux calculs avec ardeur et succès : ce fut d'abord pour créer une nouvelle éphéméride, l'*État du ciel*, assez analogue à la *Connaissance des Temps*, mais destinée spécialement à faciliter aux navigateurs la détermination des longitudes par la Lune; il corrigeait les coordonnées

---

et M. 62-72). Ces expériences étaient la suite de celles de Buffon (*Mém. Acad.*, 1747, p. 82-101, et 1748, p. 305-312), de Dufay (1726, p. 165-174), de Homberg (1715, H. p. 90), etc.

tabulaires de cet astre au moyen du saros de Halley, comme Le Monnier son maître, et donnait la préférence à la méthode des angles horaires; mais après 4 volumes (années 1754-1757), il cessa ce travail, qu'il voyait inutilisé, donc sans utilité.

C'est peu après, en 1759, qu'il trouva véritablement sa voie, en calculant de nombreuses orbites de comètes, ce qui était assez nouveau en France. Dans la suite il composa sa *Cométographie*, très utile encore aujourd'hui, et celle de ces œuvres qui perpétuera le plus son nom.

Il fit aussi de nombreux calculs pour déterminer la parallaxe du Soleil par les passages de Vénus de 1761 et de 1769, et s'arrête à la valeur 8″,8.

Nous avons vu qu'il était très attaché au Jansénisme; en 1761 il se fit affilier à la franc-maçonnerie, et dans ses papiers (manuscrits de Sainte-Geneviève) on trouve des poésies et des discours maçonniques. La Nux, membre du conseil supérieur de l'île Bourbon et qui découvrit la comète de 1758, lui écrivait en 1776 pour solliciter son appui en vue de la création d'une loge dans cette colonie.

A la fondation de l'Institut, Pingré fut élu membre résident de la Section d'Astronomie de la première classe (18 frimaire an IV = 1795 décembre 9) et il mourut peu après à Paris, le 13 floréal an IV (1796 mai 2).

Pour de plus amples détails sur sa vie et ses travaux, voir son *Éloge* ou sa *Vie* par Prony (*Mém. Inst.*, Sc. math et phys., t. 1, p. xxvj-xlvj), — par Ventenat (*Mag.*, *Encyclop.*, 2e année, 1796, t. 1, p. 342-356, ou *Mercure français*, t. 22, p. 217-231), — par Lalande (*Bibliogr.*, p. 773-778), — par Delambre (VI, p. 664-687), — par l'abbé P. Ferret (*L'Abbaye de Sainte-Geneviève et la Congrégation de France*, 2 vol. in-8°, 1883, t. 2, p. 333-347).

Voici les principaux ouvrages séparés de Pingré :

État du ciel... pour les années 1754-1757, 4 vol., 1754-1757.

Mémoire sur la colonne de la halle aux blés... Paris, 1764; in-8°.

Mémoire sur le choix et l'état des lieux où le passage de Vénus du 3 juin 1769 pourra être observé... Paris, 1767; in-4°.

Journal du voyage de M. le marquis de Courtanvaux... mis en ordre par M. Pingré... Paris, 1768; 1 vol. in-4°.

Manilius, traduction française, 2 vol. in-8°. Paris, 1786.

Chronologie des éclipses qui ont été visibles depuis le pôle boréal jusqu'à l'équateur, pendant les dix siècles qui ont précédé l'ère chrétienne. Paris, 1787; 1 vol. in-4° (Extrait du Tome 42 des *Mémoires de l'Acad. des Inscrip. et Belles-Lettres*).

Cométographie ou Traité historique et théorique des Comètes. 2 vol. in-4°; Paris, 1783-1784.

Annales célestes du XVIIIe *siècle*. Paris, in-4°, 1901 (publié par G. Bigourdan).

Les manuscrits de Pingré, auxquels nous aurons à renvoyer, se trouvent à la Bibliothèque Sainte-Geneviève; voici leurs numéros (en chiffres **GRAS**), d'après le Catalogue de Ch. Kohler (2 vol., 1893-1896) : les numéros marqués d'un astérisque (*) contiennent des matières religieuses.

164*. — 307*. Pièces maçonniques — 529. — 530. Rapport de Bory et Bezout à l'Acad. r. de marine, le 30 juillet 1778, sur le voyage fait en 1771-72 par MM. Verdun de la Crenne, Borda et Pingré. — 531-532. Calculs et Notes. — 533. Journal aut. de la *Flore*, 1771-72. J. aut. de la vérific. de la mesure de la Terre, de 1756. — 534. J. du voy. de l'*Aurore*. — 750*. Notes sur le voyage de l'*Isis*. — 760. Comptes personnels. — 945. Livre des chanceliers de l'Université; 1770-1778 pour Pingré. — 968. Ancien cat. des mss. de Sainte-Geneviève. — 971-979. Ancien cat. des imprimés de la même bibl. — 1001, 4 (fol. 6). Lettre de MM. Pingré et Viallon aux « citoyens administrateurs de la régie des biens nationaux », demandant à n'être pas déplacés des logements qu'ils occupent dans la ci-devant abbaye de Sainte-Geneviève, 10 décembre 1793. — 1079. *Cométographie*. Brouillon de l'Ouvrage paru sous ce titre en 1783; 2 vol. in-4°. — 1080. Mém. et calculs sur la comète de 1757. — 1081. Notes et calculs sur diverses comètes du IXe au XVIIIe siècle. — 1082. Additions et corrections à sa *Cométographie*. Lettres maçonniques. — 1083. Dissertation sur les comètes. — 1084. Notes géographiques. — 1085. Obs. et lettres adressées de l'île de la Réunion à Pingré par de La Nux, père et fils, 1755-1784. — 1093. Musique. — 1174*. Trois épitaphes en l'honneur de Pingré. — 1175. Obs. du pass. de Vénus 1761; essai d'horloges marines; obs. astron. (fol, 32, 35, 60, 86, 107). — 1179*. — 1256*. Chronologie et comput. — 1312*-1313*. — 1318*-1319*-1320*.

1529*-1530*. — 1536. —1619*. — 1803. « Relations de mon voyage de Paris à l'île Rodrigue », novembre 1760 à mai 1762. Portraits littéraires de divers personnages. — 1804. « Voyage à Rodrigue ». Nouvelle rédaction faite d'après celle du vol. précédent, etc. — 1805. Journaux des voyages de l'*Aurore*, mai-août 1767; de l'*Ambition*, octobre 1768-décembre 1769; Second voyage aux îles de l'Amérique, septembre 1771-novembre 1772. — 1806-1809. Voyage de Verdun, Borda et Pingré (1771 oct. 29-1772 oct. 8). — 1810. Calculs astron. faits à l'île Rodrigue. — 1812. Obs. astron. et mét. faites à Sainte-Geneviève (janvier 1756-janvier 1795). — 1821. Communications de Pingré à l'Académie des Sciences. — 1822-1823. Notes diverses de géographie. Calculs sur la situation géogr. de Pékin. — 1977. Opuscules de Pingré et documents à lui relatifs : diplôme de chancelier de l'Université de Paris pour l'abbaye; passeports; livre de comptes, reçus de fournisseurs. Notices généalogiques sur sa famille, etc. — 2161. Documents sur la bibliothèque de Sainte-Geneviève. — 2311. *Cométographie*, première rédaction. — 2312-2313. Papiers scientifiques, calculs de passages, d'éclipses. — 2319. Note de La Nux sur une comète aperçue le 26 juin 1770. — 2320. Notes et calculs d'astron. — 2321. Notes et mém. sur l'astron.; description d'une aurore boréale 1752 octobre 13-14; choix des stations du pass. ♀ 1769; sur la par. du Soleil; cométographie; sur l'aiguille aimantée. — 2324. Calculs sur les comètes particult celles de 1759 à 1766. Note de Messier sur la comète de 1766. — 2325. — Voyage de la *Flore*. — 2332-2333. — 2334. Mélanges d'astr. de P.-S. Laplace, dont 3 lettres à Pingré. — 2335. Mélanges d'astr. de La Caille, P. Ch. Le Monnier, Messier provenant des papiers de Pingré. — 2337. Lettre de N. Struyck sur la comète de 1760. — 2339. Abrégé de gnomonique. — 2340-2341. Mélanges sur les comètes. — 2342. — Mélanges astr. et géogr. principalement relatifs au voyage de la *Flore*, de la *Légère*, de l'*Aurore* et de l'*Isis*. — 2370-2384. Musique, etc. Le n° 2373 contient une lettre

adressée à *Sirius*, qui est sans doute le pseudonyme de Pingré. Le correspondant s'appelle *Aldébaran*. — 2453. Traduction des *Astronomiques* de Manilius. — 2484. Poésies diverses de Pingré. Obs. de la comète de 1781. — 2540. Opuscules; discours latin prononcé par Pingré à Louis-le-Grand, février 1760, alors qu'il postulait la charge de chancelier de Sainte-Geneviève (fol. 9); rapport sur un mém. de Rochon, intitulé *Réfutation d'une lettre de M. d'Après* (fol. 38), relative à une nouvelle route de l'Île de France à Pondichéry; obs. de Hornsby à Oxford (juin 1769). — 2541. Lettres adressées à Pingré par sa cousine Julie Duval (1782), par un chanoine de Senlis qui signe *Aldébaran* et donne à Pingré le nom de *Sirius* (1756-1759), etc. Brouillon de lettre de Pingré au cardinal de Luynes touchant la *Connaissance des Temps* rédigée par Lalande. Note à Le Monnier et sa réponse. Lettre de Verdun à Le Monnier. — 2549. — 2551. Correspondance scientifique et maçonnique de Pingré; lettres à lui adressées de 1722 à 1790, par d'Après (fol. 16), Bonnet (fol. 35), de Boynes (fol. 12), G. Dagoty père (fol. 43), Dulague (fol. 3), chev. Englefield (145), de Goimpy (7, 9), Grivart (29), de La Nux, père et fils (49-141), P. Levêque (24), O. Lourde-Martignac (148-155), De Reine (46), Rostan (3), de Sainte-Croix (147), T. de la Boissière (144), Verdun de la Crenne (18, 20, 22). Il y a aussi quelques brouillons de lettres de Pingré. — 2632*, 2641*. — 3008-3010. Journal des obs. de Courtanvaux, Messier et Pingré sur l'*Aurore*. — 3031. Deux traités de Pingré, sur les devoirs et la réception des frères maçons. — 3189. Abrégé de syntaxe grecque. — 3190. Index alphab. de Virgile. — 3216. Pingré. Poésies diverses, chansons.

THERMODYNAMIQUE. — *L'équation d'état de l'éther.* Note (1) de M. E. **Ariès**.

Les formules tirées de notre équation d'état déterminent à toute température, par les données de l'expérience, la valeur de chacune des trois fonctions φ, α et β qui figurent dans cette équation. Cette remarque ouvre une méthode sûre pour arriver à trouver des formules empiriques qui représentent ces fonctions avec une approximation suffisante. Le degré de cette approximation dépendra naturellement du nombre des coefficients constants qui entreront dans les formules choisies. On peut donc affirmer, dès maintenant, que notre équation d'état est apte à représenter les propriétés thermiques des fluides, au moins quand ces fluides sont pris à l'état de saturation, quitte à vérifier ensuite, comme nous aurons à le faire, si elle représente aussi bien ces propriétés en dehors de l'état de saturation.

Mais ce qui paraît très simple en théorie, ne manque pas de présenter dans la pratique quelques difficultés assez sérieuses, tenant à diverses causes

---

(1) Séance du 6 avril 1920.

sur lesquelles nous n'insisterons pas aujourd'hui, et qui se sont manifestées, quand nous avons voulu, conformément à ce que nous avons annoncé dans notre dernière Communication [1], entreprendre, pour l'éther, la recherche des trois fonctions φ, α et β.

Sur les cinq formules concernant l'état de saturation, il y en a trois, celles qui donnent la tension P de vapeur, la chaleur L de vaporisation et la différence $v_1 - v_2$ des volumes moléculaires du fluide pris dans ses deux états de saturation, qui ne font intervenir que la fonction φ et la somme $\alpha + \beta$ des covolumes. Les deux autres formules qui donnent séparément les volumes v_1 et v_2 font intervenir, en outre, la fonction α.

Le premier problème à résoudre était de déterminer tout d'abord les fonctions φ et $\gamma = \alpha + \beta$, par application des trois formules ci-dessus rappelées. C'est le résultat de cette étude que nous présentons aujourd'hui, réservant pour une nouvelle étude la détermination de la fonction α par application des deux formules qui donnent v_1 et v_2.

La simplicité des calculs est une condition très désirable, que nous avons cherché à remplir; aussi, avons-nous admis que les fonctions à déterminer ne devraient comporter que trois coefficients numériques. Ces fonctions ne sont pas d'ailleurs φ et γ, qu'il y a intérêt à remplacer par deux autres équivalentes, et dont les variations plus régulières avec la température se prêtent mieux au choix de la forme qui leur convient.

Pour l'éther, la fonction φ ne peut, comme pour tant d'autres corps, être représentée avec assez d'exactitude par l'équation

$$\varphi = \frac{K}{T^n} = \varphi_c \frac{1}{\tau^n} = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c} \frac{1}{\tau^n}, \tag{1}$$

à moins d'y considérer l'exposant n comme une fonction de la température, fonction que nous pouvons remplacer elle-même par la fonction Φ, plus favorable à nos recherches,

$$\Phi = \tau^{n+1} = \frac{\varphi_c}{\varphi} \tau \tag{2}$$

et qui devient égale à l'unité, à la température critique, pour $\tau = 1$.

De même, nous substituerons à la détermination de la fonction $\gamma = \gamma_c \Gamma$ la détermination de la fonction x qui en dépend par la relation connue

$$x = \Gamma \tau^{n+1} = \Gamma \Phi. \tag{3}$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1140.

Les formules applicables à l'état de saturation, et indiquées dans notre dernière Note, deviennent alors

$$\Pi = \frac{P}{P_c} = \Phi\tau\frac{Z}{x}, \tag{4}$$

$$v_1 = \frac{RT_c}{8P_c}\frac{x}{\Phi}(a+y_1), \tag{5}$$

$$v_2 = \frac{RT_c}{8P_c}\frac{x}{\Phi}(a+y_2), \tag{6}$$

$$v_1 - v_2 = \frac{RT_c}{8P_c}\frac{x}{\Phi}(y_1-y_2); \tag{7}$$

$$\frac{L}{RT} = (y_1-y_2)\left[\frac{1+\tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log\Phi}{8}Z + \frac{\tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log x}{y_1 y_2}\right]. \tag{8}$$

Les formules (4), (7) et (8) qui donnent la tension de vapeur P, la différence des volumes moléculaires $v_1 - v_2$ et la chaleur de vaporisation ne dépendent que des fonctions Φ et x; car Z, y_1 et y_2 sont des fonctions de x, déterminées par la Table de Clausius, pour chaque valeur de x.

Réciproquement, les formules (4) et (7) déterminent, à chaque température τ, les valeurs de Φ et de x, quand on connaît, à cette température, la tension de vapeur et la différence $v_1 - v_2$.

On tire, en effet, de ces deux formules la valeur de $Z(y_1 - y_2)$

$$Z(y_1-y_2) = \frac{8P(v_1-v_2)}{RT_c\tau} = \frac{8P(v_1-v_2)}{RT}, \tag{9}$$

qui donne, par la Table de Clausius, les valeurs de x et de Z, d'où l'on déduit, par la formule (4), la valeur de Φ.

Avec les données fournies par M. S. Young pour l'éther [1], nous avons calculé par ce procédé les valeurs des fonctions x et Φ, de dix en dix degrés, depuis 0° C. jusqu'à la température critique 193°,8, pour laquelle $x = \Phi = 1$. Ces valeurs, qui vont en croissant régulièrement avec la température, nous ont servi de base pour arrêter la forme des deux fonctions et les valeurs numériques des constantes qui doivent y figurer.

Nous avons obtenu une représentation convenable des fonctions x et Φ par deux expressions de même forme qui ne diffèrent que par les valeurs des constantes, et qui sont

$$x = \tau^{\Theta_1} \quad \text{avec} \quad \Theta_1 = A_1 + B_1\tau + C_1\tau^2, \tag{10}$$

$$\Phi = \tau^{\Theta_2} \quad \text{avec} \quad \Theta_2 = A_2 + B_2\tau + C_2\tau^2, \tag{11}$$

---

[1] *Proceedings of the Royal Dublin Society*, june 1910, p. 429.

les valeurs numériques des constantes étant

(12) $A_1 = 1,8193$, $B_1 = -1,5034$, $C_1 = 1,6667$;
(13) $A_2 = 7,4854$, $B_2 = -10,5251$, $C_2 = 5,1674$.

Les valeurs de P et de $v_1 - v_2$ qu'on déduit, par les formules (4) et (7), de ces expressions de x et de Φ, sont consignées dans le Tableau suivant, en regard des valeurs données par M. S. Young. En général, les valeurs calculées de la tension de vapeur s'approchent à moins de $\frac{1}{200}$ de celles indiquées par le savant anglais. L'approximation est moins grande pour les valeurs de $v_1 - v_2$, à mesure que la température s'élève, et n'atteint même plus $\frac{1}{100}$ à partir de 170° jusqu'à la température critique. Mais il convient de remarquer que les valeurs de v_1 et de v_2, données par M. S. Young, ne sont plus, comme pour la tension de vapeur, des valeurs directement *observées*. Elles présentent, sans doute, certaines garanties, mais qui peuvent parfois faire défaut, dans une notable mesure, principalement au voisinage de l'état critique.

Éther.

($T_c = 193,8 + 273,1 = 466,9$, $P_c = 2706^{cm}$, $\mu = 74,08$, $R = 0,0821$.)

Température centigrade.	Tension de la vapeur saturée.		Différence des volumes moléculaires du fluide saturé.	
	Form. (4).	S. Young.	Form. (7).	S. Young.
o	c			
—10	11,08	11,23		
0	18,34	18,49	90,7790	89,4621
10	28,99	29,08	58,9240	58,4950
20	44,08	43,98	39,6160	39,5075
30	64,77	64,76	27,5931	27,5708
40	92,31	92,10	19,7177	19,7460
50	128,07	127,60	14,5922	14,4767
60	173,87	173,40	10,7415	10,8305
70	230,60	230,40	8,1598	8,1910
80	300,47	299,21	6,2841	6,2996
90	385,33	383,10	4,8672	4,8967
100	486,87	485,50	3,8491	3,8456
110	607,16	608,20	3,0468	3,0291
120	748,37	751,30	2,4209	2,3965
130	912,90	915,50	1,9248	1,9037
140	1103,18	1105,10	1,5252	1,5129
150	1322,26	1326,20	1,1965	1,1912
160	1573,09	1577,80	0,91562	0,92222
170	1859,28	1867,10	0,68011	0,68917
180	2184,55	2177,50	0,45854	0,47945
185	2363,20	2362,30	0,34480	0,37707
190	2553,32	2551,30	0,21170	0,25498

Il nous a paru inutile de joindre à ce Tableau les valeurs de la chaleur de vaporisation calculées par la formule (8). Celle-ci n'est, en effet, que la formule de Clapeyron

$$\frac{L}{T} = \frac{\partial P}{\partial T}(v_1 - v_2),$$

dans laquelle on remplace $\frac{\partial P}{\partial T}$ et $v_1 - v_2$ par leurs valeurs tirées des formules (4) et (7). Elle doit donc certainement donner la chaleur de vaporisation avec une approximation qui ne dépend que de l'approximation avec laquelle ces dernières formules représentent, elles-mêmes, P et $v_1 - v_2$. Comme cette approximation est très grande aux températures de 20°, 30° et 40°, on doit s'attendre à ce que la formule (8) donne la chaleur de vaporisation avec une assez grande exactitude à 30°. On trouve, en effet, par le calcul, $85^{cal},63$ pour la chaleur de vaporisation de 1^g d'éther, c'est-à-dire pour $\frac{L}{74,08}$. Cette quantité ne diffère que de $\frac{1}{200}$ de celle indiquée par M. S. Young, et qui est $85^{cal},18$.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les familles de fonctions de plusieurs variables.* Note (¹) de M. **Gaston Julia.**

I. J'ai démontré dans une précédente Note que les points où une famille de fonctions $f(x, y)$, holomorphes dans un volume V, cesse d'être normale, ne peuvent être isolés. Ces points forment un ensemble parfait E. Le théorème fondamental que j'ai démontré dans cette Note peut recevoir l'énoncé plus général et plus utile suivant :

Si, au point (x_0, y_0) de V, la famille des $f(x, y)$ n'est pas normale, et s'il existe une famille de surfaces caractéristiques qui soit analytique et régulière (²) au voisinage de (x_0, y_0), de façon que, sur la caractéristique qui passe

---

(¹) Séance du 29 mars 1920.

(²) Une telle famille peut se représenter par $\varphi(x, y) = \lambda$, $\varphi(x, y)$ étant holomorphe autour de x_0, y_0, les dérivées $\frac{\partial \varphi}{\partial x}, \frac{\partial \varphi}{\partial y}$ n'étant pas nulles toutes deux en x_0, y_0. λ est un paramètre arbitraire.

en (x_0, y_0), *la famille des f soit normale en tout point voisin de* (x_0, y_0), *alors sur toute caractéristique voisine de* x_0, y_0, *il existe au moins un point* (x, y) *voisin de* (x_0, y_0) *où la famille des f cesse d'être normale.*

II. On déduit de là des conséquences variées en procédant comme le fait E.-E. Lévi dans son remarquable Mémoire *Sur les singularités essentielles des fonctions analytiques de deux ou plusieurs variables.*

1° O étant un point fixe quelconque de l'espace (x_1, x_2, y_1, y_2), et $\overline{OP}$ la distance de O à un point P qui décrit l'ensemble E des points où la famille des f n'est pas normale, *il est impossible qu'il existe un point* P′ *de* E, *dont la distance à* O *soit supérieure à celle de tous les points* P *de* E *voisins de* P′.

2° Par suite, l'ensemble E *ne peut pas contenir de portion isolée toute entière à distance finie.*

3° Et d'autre part, si la famille de fonctions f est normale en tout point d'une hypersurface fermée intérieure au domaine V où les f sont holomorphes, elle est normale aussi dans tout le volume intérieur à l'hypersurface considérée.

Par là les familles de fonctions de plusieurs variables se différencient des familles à une variable; on sait en effet qu'une famille de fonctions de z peut être normale en tout point intérieur à un cercle, sauf au centre, à condition de contenir une suite qui tende vers l'infini en tout point distinct du centre, tout en restant bornée au centre.

4° Soient Δ un domaine simplement connexe du plan des x, x_0 un point intérieur à Δ, Δ' un domaine borné quelconque du plan des y, C′ sa frontière [1]; si une famille de fonctions holomorphes est normale :

a. en tout point (x_0, y), y étant arbitraire *dans* Δ' *ou sur* C′,
b. en tout point (x, y), *x étant arbitraire dans* Δ *et y sur* C′,

on peut affirmer que la famille est normale en tout point (x, y) du domaine (Δ, Δ'), x étant arbitraire dans Δ et y arbitraire dans Δ' et sur C′.

III. Il s'ensuit d'intéressantes *propriétés métriques* de l'ensemble E.

Lorsque la famille considérée est normale aux points ($x = 0$, y intérieur à un domaine borné Δ' ou sur sa frontière C′), à tout point y_0 de Δ' ou de C′ correspondra un rayon maximum R_{y_0} tel que la famille envisagée soit nor-

---

[1] Le domaine (Δ, Δ') étant intérieur au volume V dans lequel les fonctions de la famille sont toutes holomorphes.

male en tout point ($|x| < R_{y_0}, y = y_0$). R_{y_0} sera la plus courte distance du point $x = 0$ aux points de E situés dans le plan $y = y_0$. R_{y_0} sera une fonction de y_0 *semi-continue inférieurement*. De plus :

1° Si p_y est une fonction réelle de y_1, y_2 [$y_0 = y_1 + iy_2$] définie dans Δ' et sur C', telle que, sur C', on ait $0 < p_y \leqq R_y$, et, dans Δ',

$$\frac{\partial^2 \log p_y}{\partial y_1^2} + \frac{\partial^2 \log p_y}{\partial y_2^2} = 0,$$

on aura dans tout le domaine Δ' et sur C' $p_y \leqq R_y$.

2° *Si, dans les hypothèses précédentes, on a, en un point y_0 au moins intérieur à Δ', $R_{y_0} = p_{y_0}$, on aura partout dans Δ' $R_y = p_y$.*

3° Si R_y admet des dérivées des deux premiers ordres par rapport à y_1 et y_2, *ces dérivées satisfont à* $\dfrac{\partial^2 \log R_y}{\partial y_1^2} + \dfrac{\partial^2 \log R_y}{\partial y_2^2} \leqq 0$.

4° Enfin, si $x = 0$, $y = 0$ est un point de E, et si, de plus, dans un certain voisinage ($|x| < r$, $|y| < r'$) de l'origine, *il n'existe qu'un point de* E *au plus* ($y = \eta$) *dans chaque plan* $x = \xi$, la famille considérée étant normale aux points ($x = \xi$, $y \neq \eta$) dans le voisinage indiqué, alors *à tout point $x = \xi$ suffisamment voisin de $\xi = 0$ correspond certainement une valeur et une seule $y = \varphi(\xi)$ telle que la famille cesse d'être normale au point $[\xi, \varphi(\xi)]$, et la fonction $\varphi(\xi)$ est analytique et holomorphe au voisinage de l'origine.*

Cela veut dire que le continu E sera, dans nos hypothèses, une *caractéristique régulière.*

5° Si, dans les conditions de 4°, il correspond à $x = \xi$ n valeurs $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$ de y, telles que la famille considérée cesse d'être normale aux points (ξ, η_i) du plan $x = \xi$, tout en restant normale au voisinage de ces points dans le plan $x = \xi$, *les fonctions symétriques élémentaires de y seront fonctions analytiques holomorphes de ξ; les fonctions $\eta_i(\xi)$ seront analytiques autour de $\xi = 0$ et auront, en $\xi = 0$, un point critique algébrique au plus.*

Le continu E sera, ici encore, une *caractéristique régulière.*

J'ajouterai qu'on a des propriétés aussi remarquables lorsque E est une hypersurface de l'espace à quatre dimensions (x_1, x_2, y_1, y_2).

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les couples de surfaces à lignes de courbure associées*. Note (¹) de M. L. **Bianchi**.

1. Nous dirons que deux surfaces S, S′ sont à lignes de courbure *associées*, lorsqu'elles se correspondent par leurs lignes de courbure (u_1, u_2) de telle sorte que, dans les expressions de leurs éléments linéaires

$$\begin{cases} dS^3 = H_1^2\, du_1^2 + H_2^2\, du_2^2, \\ dS'^2 = H_1'^2\, du_1^2 + H_2'^2\, du_2^2, \end{cases}$$

on ait

$$\frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial u_i} = \frac{1}{H_k'}\frac{\partial H_i'}{\partial u_k} \quad (i, k = 1, 2),$$

c'est-à-dire leurs *rotations* β_{ik}, β'_{ik} soient les mêmes, tout en étant permutées.

Comme les rotations sont les mêmes pour une surface et pour son image sphérique, la recherche de ces couples de surface (S, S′) revient au problème de trouver les couples d'éléments linéaires, appartenant à la sphère unitaire

$$(1) \qquad \begin{cases} ds^2 = h_1^2\, du_1^2 + h_2^2\, du_2^2, \\ ds'^2 = h_1'^2\, du_1^2 + h_2'^2\, du_2^2, \end{cases}$$

qui présentent les mêmes rotations permutées

$$\beta_{ik} = \beta'_{ki}.$$

Si l'on connaît un couple de tels éléments sphériques (1), deux surfaces quelconques S, S′, ayant respectivement ces images sphériques, forment un couple à lignes de courbure associées.

2. Deux éléments sphériques associés (1) étant donnés, nous allons former des couples *spéciaux* (S, S′) de surfaces à lignes de courbure associées de la manière suivante. Soient ϖ_1, ϖ_2 les distances de l'origine aux deux plans principaux de S, et φ la distance au plan tangent; de même ϖ'_1, ϖ'_2, φ' auront les significations analogues pour S′. Maintenant, m étant une constante arbitraire non nulle, formons avec les six fonctions inconnues (ϖ_i, φ), (ϖ'_i, φ') le système différentiel suivant :

$$(\mathrm{A}) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \varpi_i}{\partial u_i} = m\varpi'_i - \beta_{ki}\varpi_k - h_i\varphi, & \dfrac{\partial \varpi_i}{\partial u_k} = \beta_{ik}\varpi_k, & \dfrac{\partial \varphi}{\partial u_i} = h_i\varpi_i, \\ \dfrac{\partial \varpi'_i}{\partial u_i} = m\varpi_i - \beta_{ik}\varpi'_k - h'_i\varphi', & \dfrac{\partial \varpi'_i}{\partial u_k} = \beta_{ki}\varpi'_k, & \dfrac{\partial \varphi'}{\partial u_i} = h'_i\varpi'_i \end{cases}$$

$$(i \neq k_1 = 1, 2).$$

(¹) Séance du 22 mars 1920.

C'est un système complètement intégrable, qui admet, en outre, l'intégrale quadratique

$$(\varpi_1^2 + \varpi_2^2 + \varphi^2) - (\varpi_1'^2 + \varpi_2'^2 + \varphi'^2) = \text{const.},$$

et nous disposons des valeurs initiales arbitraires des ϖ_i, ϖ_i', φ, φ' de manière à encercler la constante du second membre, ce qui donne

$$\varpi_1^2 + \varpi_2^2 + \varphi^2 = \varpi_1'^2 + \varpi_2'^2 + \varphi'^2,$$

ou bien : *deux points correspondants* P, P' *de* S, S' *se trouvent à la même distance de l'origine.* En calculant les éléments linéaires de S, S', on a les formules

$$dS^2 = m^2(\varpi_1'^2\, du_1^2 + \varpi_1'^2\, da_2^2),$$
$$dS'^2 = m^2(\varpi_1^2\, du_1^2 + \varpi_2^2\, du_2^2),$$

dont la signification géométrique est évidente.

3. Pour ces couples spéciaux on a le théorème suivant :

Une inversion par rapport à l'origine O *change tout couple spécial* (S, S') *dans un autre couple spécial* ($\overline{S}$, $\overline{S'}$).

Les images sphériques de $\overline{S}$, $\overline{S'}$ changent par les formules

$$\begin{cases} \overline{h_i} = h_i - \dfrac{2m\varpi_i'\varphi}{A}, & \overline{h_i'} = h_i' - \dfrac{2m\varpi_i\varphi'}{A}, \\ \overline{\beta_{ik}} = \beta_{ik} - \dfrac{2m\varpi_i\varpi_k'}{A}, & \overline{\beta_{ik}'} = \beta_{ik}' - \dfrac{2m\varpi_i'\varpi_k}{A}, \end{cases}$$
$$A = \varpi_1^2 + \varpi_2^2 + \varphi^2 = \varpi_1'^2 + \varpi_2'^2 + \varphi'^2.$$

L'intégration du système linéaire (A) fait ainsi dériver, de tout couple (1) d'éléments sphériques associés, ∞^4 couples nouveaux. C'est une transformation sphérique *de Ribaucour*, que l'on indiquera par T_m.

Au sujet de l'application répétée de ces transformations T_m, on a encore ici ce théorème de permutabilité : *Si l'on applique aux deux éléments sphériques associés* (1) *deux transformations diverses* T_m, $T_{m'}$ $(m'^2 \neq m^2)$, *des deux nouveaux couples dérivés on déduit, en termes finis, un quatrième; celui-ci se trouve, comme le premier, lié aux deux couples intermédiaires par des transformations* $T_{m'}$, T_m, *à constantes* m, m' *permutées.*

4. Signalons deux cas particulièrement simples d'éléments linéaires sphériques (1) associés.

Dans le premier cas, les deux éléments (1) coïncident, c'est-à-dire on a

$$h'_i = h_i, \qquad \beta_{21} = \beta_{12}.$$

Ce sont les éléments sphériques (E) de Darboux-Ribaucour, caractérisés par la forme

$$ds^2 = \frac{\partial \Theta}{\partial u_1} du_1^2 + \frac{\partial \Theta}{\partial u_2} du_2^2.$$

Les transformations T_m sont ici applicables et l'on peut, *en particulier*, choisir les $\varpi'_i = \varpi_i$, ce qui réduit à une seule les deux surfaces S, S' du couple spécial.

Le second exemple se rapporte à la théorie des surfaces pseudo-sphériques et aux congruences (paraboliques) formées par les tangentes à leurs lignes asymptotiques. En prenant les images sphériques de ces congruences, on a deux éléments sphériques associés de la forme

$$(2) \qquad \begin{cases} ds^2 = \left(\frac{\partial \omega}{\partial u}\right)^2 du^2 + \sin^2 \omega \, dv^2, \\ ds'^2 = \sin^2 \omega \, du^2 + \left(\frac{\partial \omega}{\partial v}\right)^2 dv^2, \end{cases}$$

où ω est une solution de l'équation

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial u \, \partial v} = \sin \omega.$$

Dans ce cas, les transformations T_m reviennent aux transformations de M. Bäcklund, et le théorème de permutabilité reçoit sa signification habituelle.

Ajoutons que, parmi les couples de surfaces à lignes de courbure associées, avec les représentations sphériques (2), on a ici les deux nappes d'une *congruence de M. Guichard*, dont les développables interceptent sur S, S' les lignes de courbure u, v. Les éléments linéaires dS, dS' sont donnés par

$$\begin{cases} dS^2 = \rho^2 \, du^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial v}\right)^2 dv^2, \\ dS'^2 = \left(\frac{\partial \rho}{\partial u}\right)^2 du^2 + \rho^2 \, dv^2, \end{cases}$$

où ρ est une solution (quelconque) de l'équation aux déformations infiniment petites de la surface pseudo-sphérique

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial u \, \partial v} = \rho \cos \omega.$$

HYDRAULIQUE. — *Sur le régime permanent dans les chambres d'eau.* Note de M. C. **Camichel**, transmise par M. A. Blondel.

La présente Note se rapporte à l'étude expérimentale du régime permanent dans les chambres d'eau. La méthode employée a été décrite, dans la *Revue générale de l'Électricité*, t. 6, p. 707; elle consiste à déterminer les vitesses, en chaque point du fluide étudié, par la photographie de poussières éclairées par un faisceau intermittent. Ces poussières entraînent de petites bulles d'air; les particules ainsi constituées subissent une sélection automatique : celles qui ont la même densité moyenne que le liquide ambiant restent en suspension dans celui-ci et servent aux mesures, les autres tombent au fond ou flottent à la surface. On obtient ainsi par réflexion sur les bulles d'air des points très brillants, se détachant sur un fond noir.

Ce dispositif a le grand avantage de ne produire dans le liquide où l'on veut mesurer les vitesses aucune action perturbatrice; il permet aussi de fixer avec précision les conditions initiales, par exemple de mettre le liquide en mouvement sans secousse et de réaliser les conditions spécifiées dans le théorème de Lagrange relatif à la dynamique des fluides parfaits.

Je vais résumer quelques-unes des observations réalisées sur le mouvement symétrique autour d'un axe vertical OZ et s'effectuant suivant des plans méridiens passant par cet axe; les photographies obtenues dessinent alors les lignes de courant par des traits discontinus dont la longueur et l'orientation permettent de déterminer le champ des vecteurs de vitesse.

Dans les expériences citées, les vitesses étaient comprises entre 0 et $2^{m},50$ par seconde.

1. *Équation de continuité.* — On peut contrôler l'exactitude de la méthode en vérifiant que le flux est le même à travers une section quelconque d'un tube de vecteurs.

Exemple : écoulement par un orifice en mince paroi, de diamètre égal à 2^{cm} percé dans le fond horizontal d'une chambre d'eau ayant $40 \times 40 \times 40^{cm}$.

Les longueurs des traits, permettant la mesure de la vitesse sur l'axe OZ, ont été :

Observation.	Calcul.	Observation.	Calcul.
mm	mm	mm	mm
5,0	5,2	1,44	1,43
3,35	3,44	1,20	1,21
2,40	2,43	0,97	1,01
1,80	1,84		

2. *Existence d'un potentiel des vitesses; détermination du vecteur tourbillon.* — Pour rechercher s'il existe un potentiel des vitesses, on peut employer les procédés suivants :

a. L'élément qui passe au point $P(x, y, z)$ a une vitesse W dont les projections u, v, w sont des fonctions de x, y, z. Étudions le plan des xz. Pour savoir si le mouvement auquel on a affaire au point P est irrotationnel, il suffit d'étudier la composante η du vecteur tourbillon parallèle à l'axe des y; cette composante est donnée par la formule

$$2\eta = \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}.$$

Pour déterminer η, on procède comme suit : sur la parallèle à l'axe des z passant par le point P, on détermine au voisinage de ce point différentes valeurs de u et l'on construit la courbe (u, z); sur la parallèle à l'axe des x passant par le point P, on détermine au voisinage de ce point différentes valeurs de w et l'on construit la courbe (w, x). Si la rotation est nulle en P, les deux tangentes aux points P sur les deux courbes doivent être parallèles.

Il en a toujours été ainsi dans les expériences que j'ai effectuées sur la chambre d'eau signalée plus haut et qui était munie d'un orifice en mince paroi de 2^{cm} de diamètre et sur une chambre d'eau ayant $40^{cm} \times 40^{cm}$ de base et 55^{cm} de hauteur, munie d'un ajutage cylindrique rentrant, vertical, ayant 15^{cm} de longueur, $3^{cm},4$ de diamètre intérieur et 44^{mm} d'épaisseur.

b. Un autre procédé pour rechercher s'il existe un potentiel des vitesses dans une région déterminée d'une chambre d'eau consiste à tracer sur la photographie les lignes de courant et la trace sur le plan de la figure des surfaces équipotentielles qui sont orthogonales aux lignes de courant. Il suffit alors de vérifier que le produit de la vitesse W par la longueur dn, comptée sur la vitesse et comprise entre deux surfaces équipotentielles voisines situées de part et d'autre du point considéré, est constant.

Exemple. — Expérience sur l'ajutage rentrant déjà cité :

dn (mm)	W (mm p. s.)	$d\varphi = W\,dn$
3,5	33,1	116,0
3,45	33,1	114,0
3,31	33,1	110,0
3,13	35,0	110,0
2,94	36,9	109,0
2,66	42,6	113,0
2,56	45,0	115,0
2,10	54,9	115,0

Ce Tableau montre que le produit W dn est sensiblement constant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'action des gaz extrêmement divisés.* Note de M. C. **Zenghelis**, présentée par M. Georges Lemoine.

Certains éléments, à la température ambiante, présentent une activité beaucoup plus considérable qu'à l'ordinaire, quand ils se produisent directement au contact des corps sur lesquels ils doivent réagir et dans quelques autres cas.

On a généralement attribué cette plus grande activité à la plus grande énergie libre que les atomes possèdent quand ils agissent à l'état libre.

Ce cas se présente à l'état dit *état naissant*. Les éléments chez lesquels on a observé cette plus grande activité sont peu nombreux et tous sont des gaz, c'est-à-dire l'hydrogène, l'oxygène, etc. En seconde ligne l'azote (¹).

Le fait que ces cas d'activité ne se présentent que chez quelques gaz, soit au moment de leur production, quand ils se dégagent dans un milieu liquide en forme de bulles extrêmement petites, soit quand ils sont occlus dans les métaux où ils se trouvent extrêmement divisés, m'ont engagé à examiner si cette activité n'est pas due à leur extrême division.

J'ai donc cherché à reproduire les mêmes phénomènes en faisant passer les gaz par des substances telles que le papier à filtrer, ou le papier parchemin pour dialyse, les divisant ainsi d'une façon mécanique en parcelles minimes.

Dans ce but j'ai fait les expériences suivantes en me servant des cartouches de papier à filtrer destinées à l'extraction des graisses (Schleicher et Schüll, n° 603) ou des petites cartouches en papier de diffusion (Schleicher et Schüll, n° 579).

Les cartouches bien fermées avec un bouchon communiquaient par un tube de verre avec un appareil Kipp d'hydrogène sous la pression d'une colonne d'eau de 25^{cm} environ, ou bien avec une bouteille d'acier contenant de l'oxygène sous une pression un peu supérieure, et plongeaient dans un flacon d'Erlenmeyer de 150^{cm^3}.

Ces flacons étaient presque remplis des solutions examinées et étaient fermés parfaitement par les bouchons des cartouches.

Sous la pression qui leur était appliquée, le gaz ne pouvait passer par les pores de la cartouche, mais c'est dans ces pores qu'il agissait sur le corps dissous. Avant chaque essai je m'assurais que la cartouche seule n'agissait point sur la solution en question.

(¹) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 914.

En me réservant d'exposer les détails plus longuement, j'arrive aux résultats obtenus.

Traitée par l'hydrogène, une solution de chlorure de mercure chauffée à 90° se réduit à travers le papier à dialyse en protochlorure de mercure en quantité déjà appréciable en une heure.

De même 150^{cm^3} d'une solution de 10 pour 100 de chlorate de potasse exempte de chlorure, et chauffée à 80°-85° pendant deux heures et demie, m'ont donné $0^g,19$ de chlorure d'argent.

Dans les mêmes conditions et à froid, une solution de 10 pour 100 d'azotate de potasse exempt d'azotite, après une demi-heure, donna très nettement la réaction d'acide nitreux.

Mais la réduction la plus intéressante est celle de l'anhydride carbonique par l'hydrogène. Si l'on agit à froid et pendant trois jours de la même façon en plongeant la cartouche dans de l'eau saturée d'anhydride carbonique, on obtient différents produits de réduction, lesquels réduisent la solution ammoniacale d'argent comme l'aldéhyde formique, le trioxyméthylène, etc.

En distillant cette eau à sec, on obtient, d'une part, un distillat qui a l'odeur de l'alcool méthylique très dilué et donne les réactions de l'aldéhyde et, d'autre part, un résidu blanchâtre d'une saveur douce, de consistance collante quand il est humecté, qui réduit la solution ammoniacale d'argent et qui, en se chauffant, répand l'odeur du caramel. C'est donc du sucre.

On obtient les mêmes produits avec une solution de bicarbonate de calcium.

Si l'on répète ces expériences à chaud (65°), la réduction se fait un peu plus vite; les mêmes produits se forment, mais surtout du trioxyméthylène.

Le résidu de réduction de l'eau acidulée d'acide carbonique traité pendant 48 heures pesait $0^g,0235$. On peut même démontrer l'action réductrice de l'hydrogène occlus dans les pores du papier à filtrer ou à dialyse en humectant une lame lisse d'aluminium ou de zinc avec un acide et en la pressant par le papier. Si l'on retire ce papier après quelques minutes et si l'on ajoute quelques gouttes de molybdate de soude acidulée, on distingue, dans différentes parties du papier, des points bleus produits par la réduction du molybdate.

En substituant l'*oxygène* à l'hydrogène, j'ai obtenu l'oxydation de l'iodure de potassium dans une solution à 4 pour 100 additionnée d'acide sulfurique dilué, celle de l'ammoniaque en acide nitreux et de l'alcool méthylique (en 40 heures) en aldéhyde formique.

L'azote lui-même se combine avec l'hydrogène dans les mêmes conditions quand on opère avec un mélange de $(3H + N)$, et il donne à froid et après une demi-heure déjà la réaction de l'ammoniaque (Nessler).

Ces résultats démontrent que l'activité des gaz augmente beaucoup quand ces derniers se trouvent très finement divisés.

En effet, ce que nous savons de l'action chimique des gaz se déduit d'expériences où leur passage à travers différentes solutions se fait par des tubes ayant ordinairement un diamètre de 4^{mm} à 6^{mm}, tandis que le diamètre des pores du papier dont je me suis servi était 1000 fois et celui du papier à dialyse plus que 50000 fois plus petit.

J'ai calculé ces diamètres en mesurant la pression nécessaire pour le passage de l'air à travers les pores du papier, m'appuyant sur la formule qui donne le diamètre des capillaires d'après la pression (1).

Dans le cas des gaz absorbés par les métaux dont les pores sont plus petites que les pores du collodion, et d'autres matières dont on s'est servi pour l'ultra-filtration des colloïdes, ces derniers doivent développer une surface au moins 500000 fois plus grande qu'une bulle de 4^{mm} de diamètre.

On admet ordinairement l'existence des atomes libres munis d'une énergie libre considérable, à laquelle ils attribuent l'activité des gaz à l'état naissant et tous les autres cas semblables. Mais est-il possible d'admettre que les atomes, munis d'une énergie libre considérable, puissent rester en un contact si étroit comme dans le cas des gaz occlus, par exemple, sans former des molécules ?

Contre cette explication de l'activité de ces gaz je n'ai à citer que quelques essais que j'ai fait avec l'*oxyde de carbone*. Ce gaz absorbé par le platine ou agissant à travers le papier à dialyse m'a donné des réductions énergiques telles que la réduction de l'acide iodique du molybdate de soude de l'azotate de potasse, etc.

Ce gaz étant une combinaison chimique, on devrait donc chercher pour lui seul une autre explication (2).

D'après les expériences citées ici, je crois qu'on peut expliquer toutes les réactions des gaz attribuées à l'excédent de l'énergie libre possédée par les atomes libres, tout simplement par l'extrême division des gaz agissants, d'autant plus que cet excédent d'énergie des atomes libres n'est nullement démontré.

---

(1) Voir Bechhold, *Zeit. für phys. Chem.*, t. 64, 1908, p. 330.

(2) *Zeit. für. anal. Chem.*, t. 38, p. 47.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool myricique de Brodie.* Note de M. **Albert Gascard**, présentée par M. A. Haller.

L'alcool myricique [1] a été découvert dans la cire d'abeilles par Brodie, qui lui attribuait la formule $C^{30}H^{62}O$ et le point de fusion 85°.

Cette formule étant discutée et la combustion inefficace, pour choisir entre $C^{30}H^{62}O$ et $C^{31}H^{64}O$, nous avons entrepris de déterminer cette formule à l'aide de l'iodure de myricyle.

1° Par le dosage de l'iode. Les différences entre les quantités d'iode, de deux termes voisins, étant supérieures aux erreurs d'expérience;

2° Par la transformation de l'iodure en carbure saturé et la comparaison de celui-ci avec les carbures saturés connus.

Préparation de l'alcool myricique. — La cire d'abeilles est saponifiée par ébullition du mélange : cire, potasse, alcool, benzine [2], la saponification est terminée en quelques minutes; l'addition d'eau divise la masse en deux parties. La benzine surnageant retient en solution les corps neutres : carbures, alcools, matière colorante; par refroidissement, elle se prend en une masse jaune d'or. Des cristallisations dans la benzine chaude, et lavage des cristaux à la benzine froide, enlèvent rapidement les carbures et la matière colorante; il reste un mélange des alcools myricique et cérylique.

Pour obtenir l'alcool myricique pur, nous avons pratiqué des cristallisations fractionnées (à 4 pour 100), la séparation des cristaux et de la benzine mère se faisant à 30°, dans un appareil placé à l'étuve et disposé pour qu'il n'y ait aucune évaporation du dissolvant.

Après une série d'opérations, les cristaux séparés à 30°, puis à 20° et enfin, par concentration de la benzine mère, fondent au même point 87°.

Pendant cette purification, les cristaux prennent des aspects qui se succèdent dans un ordre déterminé, que nous avons retrouvé avec beaucoup d'autres composés de cette série. D'abord réunis en un bloc, d'un blanc mat, les cristaux se transforment quand on approche du terme de la purification en une masse feutrée, soyeuse, très brillante, se pulvérisant sous le

---

[1] Brodie appelait mélissique l'alcool et l'acide correspondant. Les auteurs ont conservé ce nom pour l'acide, et adopté celui de myricique, pour l'alcool, qui a été obtenu en saponifiant la myricine, partie de la cire d'abeilles insoluble dans l'alcool.

[2] Leys, *Journal de Physique et de Chimie*, t. 5, 1912, p. 577.

doigt, puis, dans les dernières cristallisations, en une poudre moins brillante, formée de losanges microscopiques, de 60°-120°, isolés. Les cristaux n'adhèrent plus aux parois du récipient, où ils se sont formés.

Propriétés de l'alcool myricique. — L'alcool myricique se présente en poudre cristalline blanche, brillante, peu soluble à froid, très soluble à chaud dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme. Son point de fusion est 87°.

Iodure de myricyle. — L'alcool est transformé en éther iodhydrique, à l'aide de l'iodure de phosphore, et purifié par cristallisations dans l'éther. Il affecte, comme tous les corps de cette série, la forme de lamelles losangiques de 60°-120°.

Le dosage de l'iode a donné pour 100 : 22,43; 22,55; 22,8 (moyenne 22,595).

Or, le calcul attribue aux formules

$$C^{30}H^{61}I — C^{31}H^{63}I — C^{32}H^{65}I$$

les nombres 23,175; 22,597; 22,048.

La formule $C^{31}H^{64}I$ est donc celle qui traduit le résultat de l'analyse.

Carbure saturé. — L'iodure, en solution dans l'alcool absolu chaud additionné d'un dizième de benzine, est transformé en carbure par l'action de l'amalgame de sodium. Le carbure est purifié par dissolution dans la benzine froide et précipitation par l'alcool. Il est en lamelles losangiques de 60°-120° (en hexagones réguliers dans la solution alcaline); son point de fusion est 69° comme celui de l'iodure, mais il ne renferme pas d'iode et ses solubilités sont différentes.

Krafft a obtenu un carbure en C^{31} fondant à 68°,1 en partant de la palmitone. Les carbures en C^{30} et C^{32} fondent à 66° et 70°,5. La formule $C^{31}H^{64}$ est encore la plus vraisemblable.

Afin de confirmer celle-ci, nous avons comparé l'alcool myricique avec le laccérol dont la formule $C^{32}H^{66}O$ a été établie précédemment [1].

L'alcool myricique fond à 87°; le laccérol à 89° (températures corrigées); les éthers acétiques à 72° et 73°; les iodures à 69° et 71°; les carbures saturés correspondants à 69° et 70°,5; les carbures saturés, renfermant un nombre double d'atomes de carbone, à 100°,5 et 102°.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 258.

L'alcool myricique oxydé, par l'acide chromique en solution acétique, ou par la chaux sodée, donne l'acide mélissique (P. F. 90°). Le laccérol, dans les mêmes conditions, fournit l'acide laccéroïque (P. F. 95°-96°).

Le mélissate de myricyle fond à 90°,5; le laccéroate de laccéryle à 95° et le laccéroate de myricyle à 92°,5.

Il est possible de passer de l'un de ces corps à l'autre :

1° En dégradant l'acide le plus élevé par la méthode de Simonini ([1]). L'iode, agissant sur le laccéroate d'argent, le transforme en laccéroate de l'alcool en C^{31}. Or cet éther fond à 92°,5, comme le laccéroate de myricyle.

2° En préparant le cyanure de myricyle, qui doit être le nitrile laccéroïque.

L'iodure de myricyle chauffé à 150°, en tube scellé, avec le cyanure de potassium, en présence de l'alcool méthylique, produit un nitrile, en lamelles losangiques, fondant à 75°, difficile à saponifier. Cependant cette hydratation est obtenue par un chauffage à 170° avec la potasse (1 partie) et l'alcool amylique (2 parties) dans un tube à essai en argent, renfermé dans un tube de verre scellé.

L'acide obtenu se montre identique à l'acide laccéroïque.

La formule $C^{31}H^{64}O$ nous paraît donc établie pour l'alcool myricique de cire d'abeilles.

GÉOLOGIE. — *Le geyser des Martres-d'Artières (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Les geysers émettent-ils tous de l'eau bouillante et fonctionnent-ils tous de façon identique et avec un moteur analogue? Celui qui est né le 13 novembre 1919 aux Martres-d'Artières (Puy-de-Dôme) apporte une contribution à l'étude de cette question.

Le phénomène geysérien se produisit à 415m de profondeur, au cours de l'exécution d'un sondage pour recherche du pétrole, sondage entrepris par l'Administration des Mines pour le compte de l'État et dont cette Administration a bien voulu me confier le contrôle scientifique. Après avoir traversé des sédiments variés de l'Oligocène et deux niveaux de bitume, la

([1]) *Mon. f. Chem.*, t. 13, p. 320.

sonde pénétra dans une nappe d'eau minérale à 31°, qui jaillit violemment à l'extérieur, sous l'action de l'acide carbonique qu'elle renfermait.

La projection s'éleva d'abord à 15^m du sol, puis, durant quelques jours, le jaillissement fut irrégulièrement intermittent, pour reprendre cinq fois de suite une ampleur de plus en plus grande, comme hauteur et comme débit.

Le 20 décembre, à minuit, une violente explosion réveilla les habitants des villages voisins. Après un repos de 3 jours, sous la poussée de l'acide carbonique, le geyser fonctionnait de nouveau et projetait à l'extérieur une tige de sonde, de 180^m de long, pesant environ 2 tonnes et demie, que l'on avait descendue dans le trou pour reprendre le travail. Le jaillissement, cette fois, ne dura que 8 heures. Après un nouveau repos de 4 jours, il reprit avec une plus grande violence. L'eau minérale qui émergeait ainsi brusquement d'une profondeur de 415^m, d'abord limpide, se troublait rapidement par la transformation à l'air de plusieurs de ses sels, et elle entraînait avec elle une notable quantité de bitume, de sables et d'argiles provenant des couches qu'elle désagrégeait en route et qu'elle accumulait autour de l'édifice du sondage, comme autour du cratère d'un volcan.

La tour de sondage, la machinerie et les arbres du voisinage furent bientôt incrustés d'une couche de carbonate de chaux blanchâtre, qui donnait au paysage un aspect hivernal. L'activité se maintint constante pendant 9 jours et 8 heures, et cessa le 3 janvier, pour redevenir intermittente après quelques heures.

Après 21 jours de repos, le 27 janvier, l'activité geysérienne reprit par une violente projection de gaz, de bitume et d'eau minérale à 29°. L'eau sortait par la tige de sondage, et entre tige et colonne, ce qui diminuait le débit. Dès qu'on put enlever la tige, le débit redevint considérable (80 litres par seconde). Le 28 février, nouvel arrêt du geyser après des intermittences de plus en plus affaiblies et une agonie de 2 jours, et enfin descente de l'eau dans le trou de sonde à 150^m du jour. On observe encore un fort bouillonnement et l'eau remonte de nouveau, mais il n'est pas certain qu'il y ait encore éruption d'eau.

Le jaillissement, gêné par la tige, a duré 31 jours de façon continue. Il se termina par une violente explosion, *uniquement gazeuse*.

Voici les résultats des analyses des gaz et de l'eau minérale du dernier jaillissement :

Composition centésimale du gaz brut du geyser, par MM. Moureu et Lepape.

	Pour 100.
Anhydride carbonique	98,80
Oxygène	0,02
Azote	1,15?
Gaz combustible	0,12?
Gaz rares :	
Argon + traces de Kr et Xe (0,016 35)	0,017
Hélium + traces de néon (0,000 65)	

Analyse chimique de l'eau minérale du geyser, par M. Fric.

	Par litre.
	g
Anhydride carbonique libre	0,719
Bicarbonate de sodium	6,403
» de calcium	1,268
» de magnésium	1,164
Sulfate de calcium	0,027
Chlorure de potassium	0,657
» de sodium	2,105
Ammoniaque	0,0037
Brome, lithium	traces
Silice	0,128
Carbonate ferreux	0,066
Total (non compris CO^2 libre)	11,821

Ce qu'il faut retenir des jaillissements du geyser des Martres, c'est la *puissance* et la *durée des jaillissements*, dont une régularisation semble possible; c'est aussi *l'abondance de l'acide carbonique* émis, qui produit une véritable émulsion avec l'eau minérale. Le geyser des Martres a rejeté, en 31 jours, de façon continue, environ 220 000$^{m^3}$ d'eau minérale, c'est-à-dire une quantité égale à celle que fournissent, en un an, toutes les sources minérales du bassin de Vichy. La totalité des substances dissoutes dans cette eau, dont une partie se précipitait dans les ruisseaux sous forme de carbonate de chaux et de fer (travertin), fut de près de 1800 tonnes et le volume des substances solides rejetées (sables et argiles) dépassa 2000$^{m^3}$. Le bitume compte, à lui seul, pour quelques centaines de kilogrammes par jour.

Il ne semble pas douteux que la nappe minérale ne se reconstitue vers 400^{m}, durant les périodes de repos, et que l'acide carbonique provenant peut-être de failles (si nombreuses en Limagne) en relation avec cette nappe ne s'accumule sous une pression de plus de 40^{atm}. Quand cette accumulation est suffisante, la colonne d'eau est soulevée et le jaillissement

reprend, pour diminuer progressivement après une descente de l'eau de 150^m à 300^m, en moyenne. L'eau a une température trop faible (30°) pour intervenir comme moteur du geyser. C'est donc *uniquement l'acide carbonique* qui est l'*agent provocateur* et le *moteur de l'éruption*.

Le geyser des Martres n'est pas le seul geyser français, mais il est de beaucoup le plus puissant. Il en existe un à Vesse, près Vichy (jaillissement trois fois par jour, 6^m à 8^m de haut; eau bicarbonatée sodique); un autre à Vals, Ardèche (geyser dans le granite, jaillissement toutes les 3 heures; hauteur 15^m; durée 10 minutes; température de l'eau minérale 16°). Signalons aussi le geyser éphémère de Montrond (Loire) qui, en 1881, prit naissance dans un sondage de 450^m de profondeur.

Au contraire des geysers du Massif Central, qui sont rares et qui ont été provoqués par des sondages, ceux d'Islande qui sont très nombreux et dont certains ont des jaillissements atteignant 60^m sont des phénomènes naturels produits par un moteur différent. C'est la vapeur d'eau sous pression qui produit leur jaillissement et non l'acide carbonique. Les eaux rejetées sont à la température d'ébullition et chargées de silice qui se dépose autour de l'orifice en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfhydrique et de l'acide sulfureux. Les phénomènes geysériens d'Islande et de France, semblables en apparence, sont donc très différents en réalité. Quant aux geysers du Yellowstone Park, aux États-Unis, ils constituent un intermédiaire entre ces types extrêmes, car il en est chez lesquels l'action de l'acide carbonique s'ajoute à celle de la vapeur d'eau et qui déposent des incrustations calcaires.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le mode de formation des rideaux en pays crayeux.* Note de M. **Louis Gentil**.

J'ai entretenu l'Académie, l'an dernier, de la genèse des ressauts de terrain appelés *rideaux* en pays crayeux. J'ai d'abord rappelé les théories émises sur leur origine par Henri Lasne et Albert de Lapparent dont les discussions ont été commentées avec soin par M. Demangeon, dans sa thèse de doctorat (1); puis j'ai donné de leur mode de formation une explication différente en partant de mes observations personnelles dans la vallée de la Seine et en Picardie.

(1) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 145 et 291.

J'ai eu récemment connaissance d'une Note de Poulett Scrope qui était passée inaperçue ([1]). Sous le titre *The Terraces of the Chalk Downs*, l'illustre géologue anglais cite, à propos des rideaux de la craie du Wilts et du Dorset, en Angleterre, des faits très intéressants que je crois devoir mettre en lumière.

Sa Communication est une réponse au géologue Mackinstosh qui envisage les ruptures de pentes des affleurements de la craie comme des terrasses d'abrasion marine ou des plages soulevées dont l'état de conservation témoignerait du peu d'effet des eaux pluviales sur le modelé du terrain ([2]).

Les faits apportés sur la question par Poulett Scrope sont très précis et sa conclusion, en apparence, est la même que celle d'Albert de Lapparent : les rideaux ont, pour lui, une origine artificielle, ils ont été formés par la charrue. Mais, au cours de son exposé, il montre qu'en réalité ils résultent d'un glissement de l'argile à silex toutes fois que la pente est assez raide.

Cet observateur a vu les rideaux « sinon en voie de formation depuis le début, du moins augmenter annuellement sous ses yeux ». Il attribue le glissement de l'argile superficielle, qu'il confond avec le sol, à l'effet de la charrue qui, soulevant ces produits de décalcification au-dessus du rideau, les abandonnent ainsi à l'effet de la pesanteur « grandement renforcé par la chute des grandes pluies sur les surfaces en pentes ». Il en résulte que le sol (argile à silex) labouré doit fatalement « être entraîné jusqu'à ce qu'il soit arrêté par quelque haie, mur, remblai, qui limite l'action de la charrue ». L'auteur signale encore le travail des fermiers du Devonshire qui remontent sur la pente une partie des terres ainsi entraînées, par la pesanteur et l'action de la pluie, sur la ligne du rideau.

Ainsi, d'après les observations de Poulett Scrope, le labourage favoriserait le développement des rideaux en ameublissant l'argile à silex et en facilitant ainsi son écoulement sur la pente sous l'influence de la pesanteur; mais si l'illustre géologue fait intervenir la charrue dans la formation des rideaux, par contre il n'admet pas qu'ils résultent d'une régularisation par le labourage, des accidents naturels de la pente des versants, comme on l'avait pensé.

De toute façon, les observations précises de Poulett Scrope sont en conformité avec les miennes. Je continue de croire qu'il faut attribuer les rideaux au glissement sur les pentes de l'argile à silex rendue plastique par la pluie et entraînée par son propre poids. Mes observations, en dehors de

---

([1]) *Geolog. Magaz.*, vol. 3, 1856, p. 293-296.
([2]) *Geolog. Magaz.*, vol. 3, 1856, p. 69 et 155.

toute culture, notamment dans la tranchée de la route de Cherbourg, aux environs de Bonnières (Seine-et-Oise), ne peuvent laisser de doute à cet égard. Il me paraît certain que les rideaux se sont formés par le simple jeu des phénomènes naturels que j'ai envisagés sans l'intervention de l'homme. Les faits cités par l'illustre géologue et vulcanologiste anglais ne font qu'apporter un appui décisif à cette manière de voir.

Je n'en dirai pas autant des conclusions énoncées récemment par le géologue allemand A. Krampfrath à la suite d'une étude des rideaux de la craie de la Saxe (¹).

Cet auteur a repéré avec soin les multiples « degrés » qui se développent aux environs de Dresde où ils forment, notamment sur la rive gauche de l'Elbe, des ressauts de quelques décimètres à plusieurs mètres de hauteur, sur 10^m à 1^{km} de longueur. D'après lui, ces rideaux n'ont aucune relation avec les couches sous-jacentes; cependant « on ne les observe pas sur les sables peu consistants ». Ils sont généralement alignés Ouest-Est et leur répartition est en rapport avec de longues lignes de dislocation.

M. Krampfrath explique de la façon suivante l'origine de ces formes de terrain : La région a été chevauchée, vers le milieu de l'époque miocène, par la plate-forme de Lusace; puis elle a été rapidement nivelée et, à partir de la deuxième glaciation quaternaire, la vallée de l'Elbe s'est affaissée, subissant les effets de cycles d'érosion qui ont préparé le relief actuel. A la fin de l'époque quaternaire un violent tremblement de terre tectonique a ébranlé la partie moyenne de la Saxe; le sol a été déchiré par d'innombrables fissures et les compartiments ont été poussés les uns contre les autres. Ainsi sont nés les rideaux et des failles ont donné lieu à la formation de fossés. Cet événement séismique est très récent, comme le prouve l'état de conservation de ces accidents dont on voit l'analogue dans les effets de certains séismes historiques du Japon. Les rideaux des environs de Dresde se sont donc, d'après M. Krampfrath, formés passivement; ils témoignent des mouvements profonds qui ont donné à la région sa structure tectonique.

Je ferai remarquer que la description de M. Krampfrath montrant l'analogie des rideaux des affleurements crétacés de la Saxe avec ceux de la craie du bassin anglo-parisien.

(¹) *Geolog. Rundschau,* Leipzig, 1918, Band 9, Heft 1-2, p. 1-29, Taf. I.

EMBRYOLOGIE. — *Sur les premiers stades du développement du glomérule coccygien chez l'homme.* Note de MM. **H. Vallois** et **A. Peyron**, présentée par M. Edmond Perrier.

Primitivement considéré comme une formation atavique, représentant l'artère caudale des Mammifères à queue, le glomérule coccygien est actuellement interprété soit comme un paraganglion (Kohn Schaper), soit comme un glomérule vasculaire artério-veineux. La première opinion invoque les analogies de sa structure avec celle de la glande carotidienne, et surtout le résultat des recherches de Jakobsson (¹) qui avait cru suivre son origine aux dépens du sympathique embryonnaire. En faveur de la seconde plaident l'absence de la réaction chromaffine (Stoerk) et surtout les recherches d'Histologie comparée de V. Schumacher (²), d'après qui les éléments épithélioïdes du glomus adulte dériveraient des cellules musculaires de la média de l'artère sacrée moyenne.

Nous avons repris la question sur une vingtaine d'embryons et fœtus humains du premier au quatrième mois, dont quatre décrits par Jakobsson et pour lesquels nous avons pu faire une étude de revision, grâce à l'obligeance du professeur Hammar.

A 48^{mm}, nous observons l'ébauche du glomus sous forme d'une masse cellulaire en connexions étroites avec la paroi de l'artère sacrée moyenne, mais sans pouvoir préciser leurs rapports exacts. A 75^{mm}, l'artère, avant de contourner la pointe du coccyx, est entourée par un petit amas d'éléments à cytoplasme peu colorable dont les plus internes s'appliquent directement contre la paroi endothéliale et les plus externes se perdent dans le mésenchyme environnant. La tunique musculaire de l'artère fait défaut.

Ce sont surtout les stades de $7^{cm},5$ à 12^{cm} qui, grâce à la comparaison de nos sections transversales et sagittales, précisent la morphologie de l'ébauche. L'artère et la veine sacrée moyenne qui, au niveau de la concavité du coccyx, restaient séparées des corps vertébraux par les deux troncs du sympathique, traversent les faisceaux nerveux pour se rapprocher de la pointe de la dernière vertèbre. Les deux vaisseaux sont alors en rapports de chaque côté avec le cordon sympathique qui gagne progressivement la ligne médiane. L'artère se continue dans le ligament caudal pour se perdre au

(¹) Jakobsson, *Archiv für Mikroskopische Anatomie,* Band 53, 1899.
(²) V. Schumacher, *Ibid.*, Band 71, 1908.

niveau du vestige médullaire et des téguments. La dernière vertèbre coccygienne se trouve donc circonscrite par une anse conjonctivo-vasculaire dont la branche antérieure s'abaisse progressivement, tandis que la branche postérieure correspondant au ligament s'allonge au fur et à mesure. Le glomus, primitivement situé en avant de la vertèbre, s'abaisse ainsi jusqu'à sa pointe. Le paquet vasculo-nerveux est enveloppé et cloisonné par une gaine mésenchymateuse à l'intérieur de laquelle l'ébauche du glomus se constitue, entre l'artère et la veine, aux dépens d'éléments cellulaires d'aspect plus dense et à noyaux serrés. Ces derniers constituent un syncytium dont les travées chromophiles passent progressivement aux mailles plus ténues du mésenchyme environnant. Il n'existe pas de capsule, et la topographie de l'ébauche, bien que modelée par celles de l'artère, reste assez irrégulière. Les noyaux ont des caractères également dérivés de ceux du mésenchyme; ils sont irrégulièrement ovoïdes, pourvus d'un ou deux nucléoles et d'un réseau sur lequel se détachent nettement de petits grumeaux de chromatine. Leurs dimensions l'emportent de beaucoup sur celles des noyaux de la média artérielle. En deux ou trois points se constituent des îlots mal délimités, présentant un cytoplasme dense et sans vacuoles, des noyaux à disposition concentrique et une fine lumière à peine visible, bordée par un endothélium rudimentaire. L'origine de ces lacunes endothéliales est difficile à préciser; nous inclinons à croire qu'elles apparaissent primitivement dans le syncytium et isolément, mais toutefois au voisinage et peut-être au contact de diverticules de la lumière artérielle dont le nombre et les caractères nous échappent encore. Par contre, nous pouvons exclure formellement l'existence primitive d'anastomoses directes, à plein canal entre l'artère et la veine.

Entre les stades de 12^{cm} à 20^{cm}, le tissu conjonctif refoulé par l'accroissement du glomérule commence à se condenser à sa périphérie, mais il n'existe pas de capsule proprement dite. L'ébauche qui s'est allongée présente souvent un ou deux étranglements, au niveau desquels semblent pénétrer des éléments connectifs; en réalité, ceux-ci destinés à constituer ultérieurement les cloisons proviennent, comme les cellules glomérulaires de l'ébauche mésenchymateuse primitive. Le contraste entre les deux types cellulaires est assez net pour qu'on puisse déjà parler d'aspect épithélioïde. Par places, on trouve même des éléments de forme régulièrement polyédrique avec des membranes cellulaires fines et distinctes comme dans le glomus adulte. Toutefois l'orientation périvasculaire n'est jamais complète et des formes de transition entre les cellules épithélioïdes et le syncytium

primitif persistent en de nombreux points sous forme de prolongements filiformes (cytodesmes) attachés à la périphérie de la membrane et destinés à subir ultérieurement la transformation collagène. La multiplication cellulaire s'effectue activement suivant les deux modes direct et indirect. Les formes de transition entre les cellules épithélioïdes et les fibres lisses de la média artérielle sont devenues faciles à suivre en particulier au niveau de leurs noyaux; et si l'on ne tenait pas compte des stades précédents, on pourrait penser que le glomus résulte simplement d'un bourgeonnement de la tunique artérielle.»

Conclusions et remarques. — Nos observations permettent d'écarter la théorie de l'origine sympathique : l'ébauche est en effet plus précoce que ne l'avait cru Jakobsson, et les ganglions sympathiques restent toujours situés au-dessus de la pointe du coccyx; le glomus ne peut dériver des deux amas sympathiques indiqués par Jakobsson, puisque, sur le fœtus même où cet auteur signale ces amas, nous avons vérifié l'indépendance de l'ébauche dont l'existence lui avait échappé.

L'origine conjonctivo-vasculaire nous paraît acquise, mais dans un sens un peu différent de celui de Schumacher qui semble retenir exclusivement la prolifération de la tunique musculaire de l'artère. L'architecture syncytiale primitive, les caractères des noyaux, l'indépendance et la multiplicité des lacunes endothéliales nous ont paru constituer un ensemble de caractères assez spécial. Remarquons du reste que par le premier, l'histogenèse du glomérule se rattache à celle du tissu musculaire lisse (C. Mac Gill). Nous n'avons rien observé d'autre part qui vienne à l'appui des conclusions émises par Renaut et Dubreuil sur l'origine des fibres musculaires artérielles aux dépens d'éléments connectifs mobiles de la lignée lymphocytaire (¹).

EMBRYOGÉNIE. — *Extension de la notion de métamérie oro-aborale à l'organisation intérieure de la larve des Hexacoralliaires* (Pocillopora cespitosa *Dana*; Seriotopora subulata *Lamarck*). Note de M. **Armand Krempf**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai fait précédemment connaître la disposition métamérique primitive que présentent les éléments périodiques de la larve très jeune chez les

(¹) Renaut et Dubreuil, *Archives d'Anatomie microscopique*, 1912.

Hexacoralliaires. J'ai indiqué, en même temps, la manœuvre morphologique qui, modifiant de 90° l'orientation de ces éléments, les fait passer de la position horizontale à la position verticale. J'ai enfin abordé l'étude du processus de clivage qui dans un plan dorso-ventral dédouble toutes les ébauches impaires et médianes de la larve, les rejette sur ses flancs droit et gauche, et laisse, de ce fait, sur sa génératrice dorsale médiane, une surface libre de toute structure, mais appelée à être, à brève échéance, sectionnée sur toute sa longueur par la fente buccale. L'ensemble de ces phénomènes étant perceptible à l'examen extérieur, j'ai pu en donner une description sans entrer dans l'étude de l'organisation interne des segments α, β, γ.

Il devient maintenant nécessaire d'aborder cette étude; elle va, d'ailleurs, nous être singulièrement facilitée par l'exposé détaillé de la structure du segment α que j'ai déjà donnée, accompagnée de figures, dans une Note antérieure (¹).

Je me bornerai donc à rappeler ici que le segment α est constitué par quatre éléments disposés suivant une symétrie tétraradiaire parfaite, résultant du développement après clivage de deux ébauches biradiaires antagonistes localisées respectivement, l'une au foyer dorsal, l'autre au foyer ventral de la larve : l'ébauche dorsale donnant naissance au couple α dorsal (couple I.I des auteurs), l'ébauche ventrale, au couple α ventral (couple III.III des auteurs, origine des cloisons directrices ventrales). Une tendance à la régression légère, mais manifeste, porte déjà, dans le segment α, sur son foyer ventral.

Les segments β et γ sont construits sur le même plan d'ensemble; mais ce plan est appelé à subir rapidement d'importantes modifications.

Le segment β présente encore deux foyers, un dorsal et un ventral; mais ce dernier est déjà difficilement observable; il disparaît de très bonne heure, atteint par la régression ventrale; souvent même il fait complètement défaut. Il n'a jamais été décrit par mes prédécesseurs. Quant au foyer dorsal, il évolue comme son homotype supérieur α dorsal et engendre le couple β dorsal qui n'est autre que le couple II.II des auteurs.

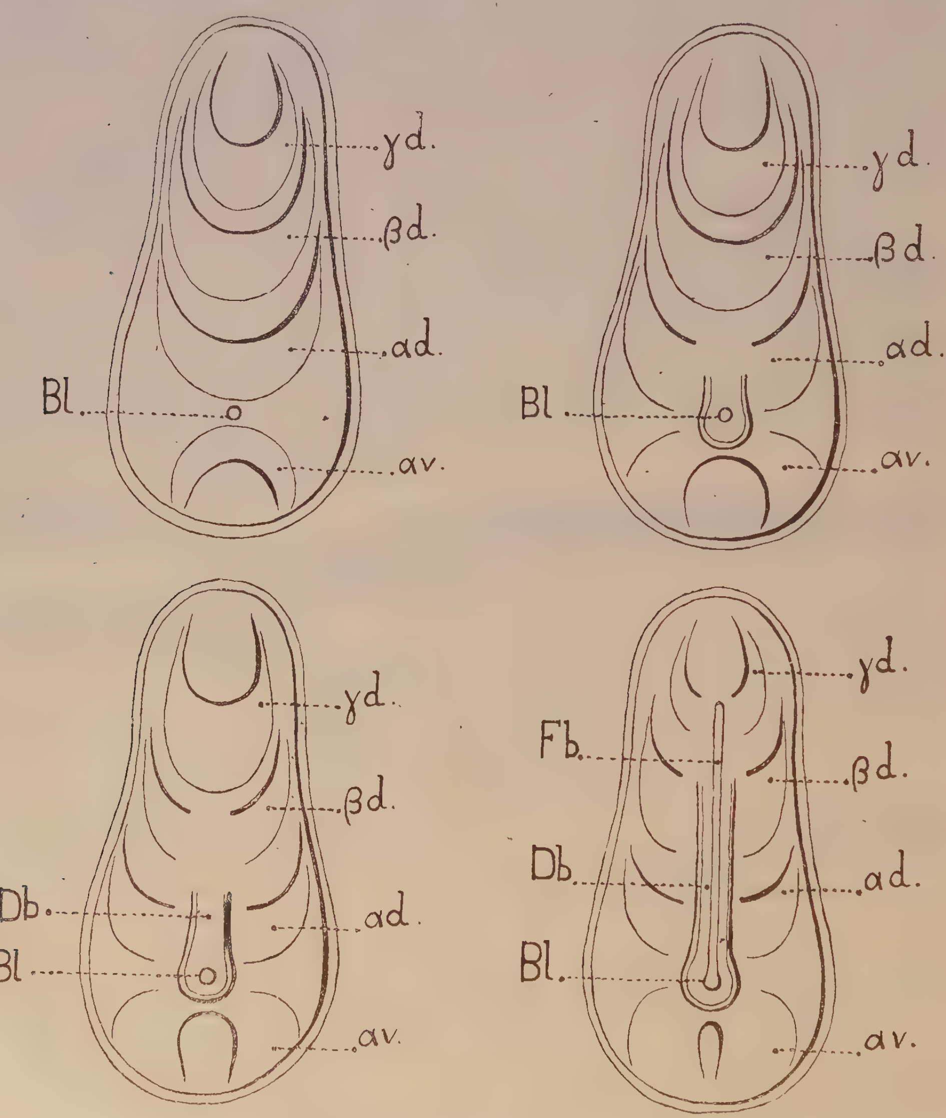
Le segment γ, le dernier apparu de cette série de trois éléments superposés, est aussi le plus fortement touché par l'atrophie ventrale. Je n'ai jamais observé son foyer ventral qui paraît complètement aboli; son foyer dorsal évolue comme ceux des deux autres segments précédents, avec plus de lenteur toutefois; il en résulte le couple γ dorsal (couple IV.IV des auteurs, origine des cloisons directrices dorsales).

Pour désigner les différents couples cloisonnaires de la larve, je viens de me servir simultanément de la notation consacrée par l'usage et de la nomenclature nouvelle à la création de laquelle je me suis vu contraint. Grâce à cette juxtaposition, des rapprochements aisés à faire permettront au lecteur de comprendre comment les notions que j'expose ici se raccordent avec les connaissances classiques.

L'étude plus approfondie des structures superposées, que j'ai désignées sous le nom de *segments*, montre que chacun d'eux est morphologiquement constitué par deux

(¹) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 39.

massifs musculaires antagonistes, origine de l'appareil cloisonnaire de l'adulte, et par deux massifs épithéliaux, dérivés de l'endoderme archentérique, origine des entéroïdes et du complexe entéroïdo-pharyngien.



Figures schématiques représentant la gibbosité dorsale de la larve d'un Hexacoralliaire vue par le pôle oral. α, β, γ, différents segments de la larve; Bl, blastopore; Db, ébauche du disque buccal; Fb, fente buccale.

Les trois formations segmentaires α, β, γ, prises chacune isolément, se trouvent limitées ou plus exactement encadrées oralement et aboralement par de volumineux

bourrelets d'endoderme archentérique qui présentent une forte armature intérieure de mésoglée réfringente perceptible de l'extérieur à travers l'ectoderme, chez l'embryon vivant. Ces bourrelets et leur armature affectent la forme générale d'arceaux disposés les uns au-dessous des autres le long de la génératrice dorsale de la larve, et c'est aux facilités d'observation résultant de ce dispositif, chez *Pocillopora cespitosa*, que je dois d'avoir compris très vite l'organisation segmentaire de la larve des Hexacoralliaires. Les figures schématiques ci-contre donnent une idée de l'aspect de ces formations.

De cet exposé, il importe de retenir que les trois structures superposées accessibles à l'observation par l'examen de la forme extérieure des larves vivantes répondent bien à des réalités anatomiques. Elles sont représentées, à l'intérieur de la cavité archentérique de la jeune larve, par un ensemble d'organes systématisés. Chacune d'elles offre, mais à un degré différent qui va croissant de l'une à l'autre, la manifestation d'un phénomène général d'atrophie ventrale. Elles acquièrent ainsi, en même temps qu'une commune symétrie bilatérale, une physionomie qui leur est propre, sans que jamais ce cachet personnel soit tel qu'il réussisse à voiler à notre connaissance, en chacun des segments α, β, γ, les grandes lignes d'une organisation relevant de la symétrie tétraradiaire décrite chez les Acalèphes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des boues activées sur l'ammoniac de l'eau d'égout et de l'eau ordinaire.* Note de MM. **Diénert** et **Girault**, présentée par M. Schlœsing.

Dans une précédente Note [1] l'un de nous a montré comment on obtenait des boues activées. Dans la Note présente nous indiquerons comment des boues activées obtenues avec des eaux d'égout à Colombes faisaient disparaître l'ammoniac et apparaître les nitrates comparativement dans l'eau d'égout et dans l'eau ordinaire additionnée de la même quantité d'ammoniac que l'eau d'égout.

Ces expériences ont été faites en se servant d'allonges mises dans un bain-marie à la température constante de 25°. Dans chaque allonge on plaçait 450$^{cm^3}$ de boues activées, soit environ 12^g de boues séchées à 120°, et 1500$^{cm^3}$ d'eau d'égout ou d'eau ordinaire. On faisait barboter la même quantité d'air dans chaque allonge et l'on arrêtait ce passage d'air quand tout

---

[1] *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 792.

l'ammoniac avait disparu. On notait le temps, puis on dosait les nitrates et les nitrites.

Chaque jour on décantait le liquide des deux allonges et on le remplaçait par un autre liquide de même nature, c'est-à-dire soit par de l'eau d'égout, soit par de l'eau ordinaire additionnée d'ammoniac.

Ces expériences ont duré près de 9 mois (décembre 1918 à août 1919). Nous indiquons dans le Tableau ci-dessous les moyennes mensuelles de nos résultats journaliers.

		Eau d'égout.				Eau ordinaire.			
Mois.	AzH^3 dans le liquide des allonges.	Temps nécessaire à la disparition de AzH^3.	Azote nitrique.	Azote nitreux.	Rapport de AzH^3 disparu au temps de disparition.	Temps nécessaire à la disparition de AzH^3.	Azote nitrique.	Azote nitreux.	Rapport de AzH^3 disparu au temps de disparition
	mg	h m	mg	mg		h m	mg	mg	
Décembre	16,6	2.30	»	»	6,6	2.17	»	»	7,0
Janvier...	13,0	2.00	»	»	6,5	2.00	»	»	6,5
Février...	14,3	3.35	10,0	»	3,9	2.57	10,0	»	4,8
Mars.....	19,3	3.19	15,2	»	5,8	3.12	17,0	»	6,0
Avril....	24,2	3.13	22,8	2,2	7,5	3.12	23,0	2,5	7,6
Mai......	26,4	2.41	25,9	2,5	9,1	2.38	25,9	0,6	9,2
Juin.....	14,6	1.40	12,8	1,2	8,8	1.37	14,1	0,2	9,0
Juillet....	14,5	1.49	9,3	3,4	8,0	1.34	11,4	2,6	9,2
Août.....	12,5	1.23	4,8	5,4	9,0	1.19	10,7	1,1	9,5

Par ces essais nous constatons :

1° Que le temps nécessaire à la disparition de l'ammoniac est le même avec l'eau ordinaire et avec l'eau d'égout. Il serait un peu plus faible cependant avec l'eau ordinaire;

2° Que l'azote nitreux n'apparaît dans les allonges qu'après quelques mois de fonctionnement; il avait tendance à augmenter au fur et à mesure que les boues vieillissaient avec l'eau d'égout; ce phénomène est plus irrégulier avec l'eau ordinaire;

3° Qu'à partir du mois de février la quantité d'ammoniac disparue par unité de temps augmente avec la durée de fonctionnement des boues activées; avec l'eau ordinaire ce phénomène est plus régulier qu'avec l'eau d'égout;

4° Que le temps nécessaire à la disparition de l'ammoniac au mois de février est plus élevé que dans les autres mois; nous observons à cette époque que les boues activées fournissent elles-mêmes à l'eau de l'ammoniac qu'elles

nitrifient ensuite, d'où un temps plus long pour faire disparaître toute réaction au réactif de Nessler.

Le 29 juillet 1919, après une introduction de 20g de carbonate de chaux pur dans chaque allonge, on constate brusquement avec l'eau d'égout la disparition complète de l'ammoniac sans qu'on puisse déceler des nitrates ou des nitrites dans le liquide à la fin du soufflage qui a duré 2 heures. A ce moment, les boues activées fonctionnent depuis 8 mois.

Le lendemain et les jours suivants, le même phénomène se continue. On constate cependant l'apparition temporaire de nitrites pendant le soufflage. Il y a donc dénitrification rapide des nitrites formés dans l'eau d'égout. Avec l'eau ordinaire, la nitrification se fait en deux temps successifs : 1er temps, formation de nitrites; 2e temps formation de nitrates.

Le 5 août, la nitrification se fait en deux temps dans les deux allonges; enfin, à partir du 8 août, la nitrification redevient normale.

Cependant, malgré ces petits incidents, cette expérience montre que la disparition de AzH^3 se fait de façon à peu près identique avec l'eau d'égout et avec l'eau ordinaire additionnée d'ammoniac.

BACTÉRIOLOGIE. — *Vitamines pour la culture des bactéries.* Note de MM. **René Legroux** et **Joseph Mesnard**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons étudié quelques caractères des extraits de globules sanguins utilisés par l'un de nous [1] pour obtenir la culture du bacille de l'influenza dans les milieux usuels (macération de viande peptonée) ; nous nous sommes toujours servis de la méthode d'extraction par l'eau physiologique à 80°, et de la filtration à travers la bougie Chamberland F pour la stérilisation du liquide.

La préparation de ces extraits globulaires n'est pas favorisée par une concentration saline plus élevée que celle indiquée précédemment (9 pour 1000), et les quantités de liquide à ajouter aux globules doivent de préférence ne pas être supérieures au double du volume de ceux-ci. Une précaution importante est l'agitation constante pendant toute la durée du chauffage.

La neutralité de l'eau physiologique destinée à l'extraction doit être

(1) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 597.

déterminée avec soin : les alcalis même à faible dose détruisent les extraits globulaires en 48 heures à froid et en une minute à 80° ; par contre, l'action des acides forts, 1 pour 10, même à 80°, ne diminue pas sensiblement la valeur activante.

Les substances actives dialysent à travers une membrane de parchemin et un sac de collodion.

Nos extraits en solution aqueuse conservent très longtemps leur activité à l'air ou à l'abri de l'air (vide et hydrogène) à température de 16° à 18° ; après 10 mois, ils activent un milieu à 1 pour 200. Des globules sanguins coagulés par l'alcool, puis séchés et réduits en poudre, contiennent toujours les substances actives que l'on peut reprendre à 80° par l'eau physiologique, mais, après 10 mois, une extraction faite de semblable façon donne un liquide qui n'active plus qu'à 1 pour 50.

La concentration dans le vide des solutions aqueuses et la dessiccation du dépôt à 65° ne détruisent pas le pouvoir activant : repris par l'eau, le dépôt est toujours actif.

Les extraits globulaires ne sont pas nutritifs par eux-mêmes ; la culture du bac. de Pfeiffer y est pratiquement impossible, mais si l'on ajoute à 10^{cm^3} d'extrait aqueux une trace ($\frac{1}{10}$ de centimètre cube) de bouillon de viande peptoné, la culture devient possible. Lorsque nous voulons connaître la valeur activante pour la culture du bac. de Pfeiffer d'une solution d'extrait, nous notons pour une dose déterminée : 1° la rapidité de l'apparition de la culture à 37° ; 2° l'abondance de cette culture ; 3° surtout la durée de la vitalité du microbe.

L'adjonction à un milieu usuel de $\frac{1}{2000}$ d'extrait aqueux provoque après 6 heures d'étuve une culture de moyenne abondance dont la vitalité est en moyenne de 4 jours ; avec $\frac{1}{75}$ d'extrait on obtient une culture abondante dont la vitalité dure 7 jours.

Nous avons cherché la présence de substances activant la culture du b. de Pfeiffer dans les liquides naturels, dans la chair musculaire, dans les organes, de plusieurs espèces animales ; la chair musculaire n'agit qu'autant qu'elle contient des globules rouges ; le muscle d'un petit animal tué par saignée ne contient pratiquement pas de matières activantes, la macération à 80° de muscle de bœuf n'active pas les milieux usuels, bien qu'elle permette la culture de notre bactérie d'épreuve. Les liquides naturels pathologiques ou physiologiques (ascite, liquide placentaire, sérum) traités par notre méthode donnent des solutions très faibles de substances favorisantes n'activant qu'à 1 pour 10, 1 pour 2, parfois à un titre supérieur. La

lymphe de crustacés, dépourvue d'éléments figurés en dehors de quelques leucocytes, est inactive.

Nous avons traité à 80° des pulpes de rein, de cœur, de foie provenant de porcs et de chiens ; ces extraits permettent la culture du b. de Pfeiffer, et même activent les milieux, surtout si l'on emploie les macérations de foie.

Afin d'éliminer l'action favorisante des globules rouges contenus dans ce dernier organe, nous avons utilisé du foie de chien lavé par le passage de 20 litres d'eau physiologique, le chien étant opéré sous chloroforme ; l'extrait de ce foie est toujours activant. Parallèlement, nous avons employé la bile crue du chien : ce liquide, contenant des substances d'origine globulaire, active à 1 pour 500 les milieux de culture. Le chauffage à 100°, pendant 5 minutes, diminue dans la proportion d'un quart l'activité de la macération de foie ainsi que celle de la bile.

Dans la macération de foie faite à 80° la culture du b. de Pfeiffer se produit en quelques heures, après 4 ou 5 jours elle donne au fond du tube un dépôt abondant formé de corps microbiens, le liquide primitivement jaune d'or se décolore, la culture s'y continue à 37° pendant 35 jours en donnant un trouble constant et une augmentation régulière du dépôt ; dès que la culture s'arrête, le liquide se clarifie. Si, à ce moment, on ajoute une trace d'extrait globulaire, le trouble reparaît, pour s'arrêter après quelques jours, plus ou moins tardivement suivant la quantité d'extrait ajoutée ; on réactive à nouveau avec une faible dose d'extrait.

Si nous constituons un milieu contenant un excès d'extrait globulaire (parties égales avec extrait de foie), la vitalité à 37° de notre bactérie se conserve plus de 100 jours, la culture présente un trouble continu, le dépôt microbien toujours augmenté atteint plus de 1^{cm} de hauteur.

On considère jusqu'à présent qu'un milieu nutritif liquide, maintenu à la température optima de multiplication bactérienne, est rapidement épuisé par une culture; nos précédentes expériences nous autorisent à rejeter l'hypothèse, couramment admise de l'élaboration de « produits empêchants » ; nous croyons pouvoir dire que la plupart des milieux (provenant de tissus animaux ou végétaux) contiennent plus ou moins de substances favorisant la croissance bactérienne (hormones de croissance), d'autant moins qu'ils ont été chauffés à haute température et qu'ils sont plus alcalins, deux conditions qui, nous l'avons vu, détruisent ces substances. Leur altération se produit lentement dans les milieux qui séjournent à 37°, plus lentement encore à température moyenne 16°, 18°; si le milieu est acide

ou neutre (au rouge de méthyle), la destruction de nos vitamines est presque nulle.

Des faits précédents nous tirerons cette première conclusion :

Les macérations de globules rouges, ou de certains organes, obtenues par notre méthode, contiennent des substances qui sont pour le bacille de Pfeiffer un élément nécessaire à sa croissance.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur le polymorphisme des Bactéries.* Note [1] de M. A. **Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Dans une Note sur la pseudograsserie des chenilles de *Lymantria dispar* [2], nous avons montré que l'agent de cette maladie, *Bacillus lymantricola adiposus*, pouvait présenter, dans le sang des chenilles inoculées, des formes dites de croissance, tout différentes de la forme type normale (coccobacille se colorant plus intimement aux deux pôles que dans la partie médiane, par les couleurs d'aniline). Elles apparaissent seulement pendant les premières heures qui suivent l'inoculation et sont beaucoup plus nombreuses que les formes normales; après la mort de la chenille, elles disparaissent rapidement. Elles paraissent se former de la façon suivante: le coccobacille s'allonge et se renfle au centre en donnant naissance à une masse plus ou moins arrondie, d'abord douée de mouvements giratoires, puis bientôt immobile. Les deux extrémités du bacille peuvent continuer de s'accroître démesurément; dans ce cas, d'autres prolongements et masses secondaires ou tertiaires peuvent naître qui donnent au complexe microbien l'apparence d'un véritable thalle de champignon.

Nous n'avons observé ces formes géantes que dans le sang des chenilles de *Lymantria dispar*.

Dans celui des « Vers gris », l'aspect est tout autre, les coccobacilles s'allongent plus ou moins et deviennent vacuolaires, un certain nombre, au lieu de s'allonger, se renflent dans la partie médiane tout en restant vacuolaires : il se forme ainsi de véritables anneaux (*fig.* II); on observe quelquefois deux ou plusieurs vacuoles. Après coloration au Giemsa ou au colorant de Hollande, on met souvent en évidence, dans l'anneau, un véritable noyau coloré en rouge pourpre (*fig.* II, *a*). D'ailleurs, dans les fila-

---

(1) Séance du 6 avril 1920.

(2) *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 258.

ments non renflés, on observe aussi qu'une partie de la substance microbienne possède la réaction colorante de la chromatine.

Du fait de l'allongement des bacilles et de la formation de très longues chaînettes, le sang des chenilles malades devient très filant. Malgré le changement de forme du microbe, la pseudograsserie évolue suivant le processus normal.

Le cas de *Bacillus melolonthæ liquefaciens* γ est plus curieux encore que ceux qui viennent d'être étudiés. En culture depuis plus d'un an, ce microbe, inoculé dans le sang de chenille de *Lymantria dispar* le 21 juin 1919, a donné des formes en général plus grosses et plus allongées que la forme



I. — Formes de croissance de *B. melolonthæ liquefaciens* γ dans le sang de chenilles de *Lymantria dispar*.

II. — Formes de croissance de *B. lymantricola adiposus* dans le sang de « Vers gris ».

normale dans lesquelles il est facile de mettre en évidence, par le Giemsa ou le colorant de Hollande, de véritables noyaux linéaires (voir *fig.* I). Dans certains microbes, cependant, le noyau apparaît comme une masse allongée sans structure apparente (*fig.* I, *a*). Quelques bacilles se renflent et donnent naissance à de véritables cellules, plus ou moins régulièrement arrondies, qui s'isolent ensuite. Les unes sont pourvues d'un noyau central volumineux (*b*); les autres, de granulations disposées sans ordre apparent dans la substance protoplasmique (*c*). Toutes les formes de passage existent entre les bacilles les plus typiques et ces formes nucléées: l'hypothèse d'une infection secondaire est donc hors de cause. Le même microbe

inoculé à d'autres chenilles que celles de *Lymantria dispar* donne toujours la forme coccobacillaire normale. Il semblerait donc que cette forme normale représente un stade dégénéré d'une forme mieux organisée dont l'aspect dans le sang des chenilles de *Lymantria* donne une première idée.

Bacillus pieris liquefaciens, inoculé dans le sang de ces mêmes chenilles, donne aussi, comme les espèces précédentes, des formes bien différentes de la forme coccobacillaire normale : ce sont de très longs filaments plus ou moins sinueux, pouvant présenter de petits bourgeonnements.

De même, *Bacillus liparis*, dans le sang des chenilles de *Pieris brassicæ*, donne des formes plus allongées que dans les cultures sur milieu artificiel ou dans le sang d'autres insectes; beaucoup de ces filaments présentent un petit bourgeonnement dans la partie médiane. Nous avons déjà dit que, dans les cultures sur milieu sucré, ce bacille se présentait souvent sous forme de massue ou d'haltère, mais seulement pendant les premières heures qui suivaient l'ensemencement.

Dans tous les cas qui viennent d'être étudiés, les formes géantes décrites ne peuvent être considérées comme des formes d'involution prenant naissance dans un milieu peu favorable à la multiplication du microbe, mais comme de véritables formes de croissance : le sang des différentes chenilles où prennent naissance les formes géantes constituent, en effet, des milieux très favorables à leur développement et l'infection se propage très rapidement. D'autre part, les espèces microbiennes à formes géantes n'ont donné ces dernières qu'après de nombreux passages sur milieux de culture artificiels.

Le polymorphisme de ces espèces nous apparaît alors comme la résultante de plusieurs facteurs dont les uns doivent être cherchés dans la culture prolongée sur milieu artificiel, les autres dans l'action propre des tissus ou des humeurs des chenilles vivantes sur le parasite inoculé; mais nous ne savons rien sur la nature et sur le rôle de ces différents facteurs.

MÉDECINE. — *Le zinc dans l'organisme humain.*

Note de M. **Sinicha Giaya**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans son *Traité de Chimie-Toxicologie*, 1899, p. 351, J. Ogier a signalé la présence fréquente de zinc dans l'organisme humain. mais il ne consi-

dérait pas encore que cette présence fût constante, ni que le zinc en est un élément normal. Depuis, MM. C. Delezenne [1] et C. Ghigliotto [2] ont constaté que cette présence était réellement constante; M. Ghigliotto (Directeur du Laboratoire de Toxicologie à l'Institut d'Hygiène de Santiago), en opérant sur les viscères de 62 cadavres, a trouvé, sans qu'il soit question d'une intoxication zincique, 20^{mg} de zinc par kilogramme de viscères. Rost et Weitzel [3], en 1919, indiquent des doses bien plus fortes.

Il nous a paru nécessaire, dans l'intérêt des expertises toxicologiques, de rechercher si, dans d'autres conditions, les résultats si importants obtenus par C. Ghigliotto se vérifiaient et, en même temps, d'étudier la répartition du métal ainsi que les conditions qui influent sur sa présence.

Nous avons pu utiliser, en vue de ces recherches, principalement les matériaux d'expertises en cours au Laboratoire de Toxicologie à la Préfecture de Police. C'est ainsi qu'entre autres, les recherches de zinc ont été effectuées sur les viscères de 14 personnes ayant succombé, ces derniers temps, à des causes de mort suspectes, mais où il n'y avait, en aucun cas, lieu de supposer d'empoisonnement par des sels de zinc.

La méthode employée pour ces recherches comporte :

La destruction des matières organiques (J. Ogier), la précipitation du zinc à l'état de sulfure en milieu acétique, et la purification du sulfure de zinc, de manière à éliminer complètement le fer. Le titrage volumétrique de zinc est finalement effectué au moyen d'une solution de ferrocyanure en présence d'azotate d'urane.

Dans certains cas, nous avons également détruit la matière organique par le procédé de Denigès (acide nitrique et sulfurique), mais seulement lorsqu'il s'agissait d'un poids de matières ne dépassant pas 200^{g}.

Les deux procédés nous ont d'ailleurs donné des résultats assez concordants. C'est celui d'Ogier qui paraît plutôt indiqué lorsqu'il s'agit, non pas seulement d'une recherche de zinc, mais d'une expertise toxicologique complète.

Voici quelques détails : Après broyage des organes on prélève un échantillon moyen, qui est traité en vue de la destruction des matières organiques (s'il s'agit de celle d'Ogier, on ajoute $\frac{1}{10}$ en poids de chlorate de potasse et l'on fait agir le gaz chlorhydrique). Le produit de la destruction est réduit par le gaz sulfureux ; après en avoir chassé l'excès rapidement par ébullition, on traite par l'hydrogène sulfuré. Le préci-

---

[1] C. Delezenne, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 33, février 1919.

[2] C. Ghigliotto, *Annales des Falsifications et des Fraudes*, 1919, p. 12, 123-124.

[3] Rost et Weitzel, *A. a. Reichsgesundheitsamte*, p. 494, août 1919 ($0^{g},145$ pour 1000 dans le foie et $0^{g},0125$ dans le cerveau).

pité est séparé par filtrage. Le liquide est concentré de manière à chasser le plus fort excès d'acide chlorhydrique, on ajoute un peu d'eau et l'on sursature légèrement avec de l'ammoniaque. Après réacidulation par l'acide acétique on précipite de nouveau par l'hydrogène sulfuré Le précipité des sulfures obtenus est dissous dans l'acide chlorhydrique étendu, on évapore à sec, on reprend par l'acide chlorhydrique étendu. Après ébullition en présence d'un léger excès de brome pour peroxyder le fer, on précipite ce dernier par l'ammoniaque. On filtre, on acidule par l'acide acétique. Le zinc est ensuite précipité par l'hydrogène sulfuré à l'état de sulfure pur, qu'on dissout finalement dans de l'acide chlorhydrique étendu dont on chasse l'excès par évaporation.

Le titrage volumétrique du zinc est alors effectué sur une solution acétique du résidu dont le volume est amené à 5^{cm^3}. 1^{cm^3} de la liqueur de ferrocyanure (à $2^g,817$ par litre) correspond à $0^g,001$ de zinc.

Au lieu d'opérer à la touche pour obtenir le virage de l'azotate d'urane, on ajoute cinq gouttes (d'une solution à 10 pour 100) dans le liquide à titrer. Il est indispensable comme correction de retrancher du volume de la liqueur employée celui qui est nécessaire pour le virage au rouge dans un liquide exempt de zinc.

Bien entendu, nous avons procédé comme dans toutes expertises toxicologiques, aux vérifications destinées à éviter les erreurs dues à quelque introduction accidentelle du zinc au cours de nos expériences : contrôle de la pureté des réactifs, des vases et, même, recherche des traces de zinc dans l'atmosphère du laboratoire (peint au blanc de zinc) [1].

Enfin, comme dernier contrôle, nous avons ajouté à des viscères, dont la teneur en zinc avait été déterminée, un poids connu de zinc, et nous avons constaté qu'on retrouve à $0^g,0001$ près (limite de sensibilité de notre procédé) la totalité du zinc introduit.

Les résultats d'une série d'expériences sont résumés dans le Tableau suivant :

	Poids des viscères.	Quantité analysée.	Zinc trouvé.	Zinc pour 1000.	Zinc en totalité.	Procédé de destruction.
Fœtus total (420^g)....		100^g	$0^g,003$		$0^g,0126$	Ogier
Enfant de 3 mois.....	1130^g	282	0,0025	$0^g,0088$	0,0099	Ogier
Jeune femme	5130	1182	0,0177	0,0145	0,0768	Ogier
Jeune homme de 18 ans.	5325	1331	0,0205	0,0154	0,0820	Ogier
» » ..	5325	100	0,0016	0,0160	0,0852	Denigès
Femme de 24 ans....	5350	670	0,0138	0,0205	0,1101	Ogier
Femme de 40 ans....	3530	882	0,0230	0,0260	0,0920	Ogier
Homme âgé.........	5655	200	0,0082	0,0410	0,2318	Deniges
Homme de 70 ans....	6735	400	0,0192	0,0480	0,3232	Ogier

(1) 2000^l d'air ont été filtrés sur coton sans qu'aucune trace de zinc n'ait été trouvée sur ce coton.

L'étude de la répartition du zinc dans les viscères nous a montré en outre qu'elle correspond *par organe* à l'ordre décroissant suivant : *cerveau*, *poumons*, *estomac*, *foie*, *reins*, *intestin*, *cœur*, *rate*.

L'urine en contient fort peu ($0^g,00017$ par litre), le lait de femme environ $0^g,0013$ par litre.

En résumé, cette série d'expériences montreraient que la présence du zinc est constante dans les viscères humains, mais que la proportion y augmente avec l'âge du sujet. Elle varierait ainsi depuis l'enfant de 3 mois jusqu'à l'homme de 70 ans de $0^g,0009$ à $0^g,005$ pour 100.

C'est-à-dire que le zinc paraît un élément normal de l'organisme humain; mais à côté du zinc normal, des rapports incessants au cours de la vie viennent en produire dans les viscères l'accumulation de quantités *pseudo-normales*, en somme analogues, bien qu'infiniment supérieures, aux traces *pseudo-normales d'arsenic* définies par M. E. Kohn Abrest (¹).

Au point de vue de la pratique des expertises toxicologiques, nos expériences montrent enfin qu'il n'y a pas lieu d'attacher, dans les conclusions, de l'importance à la présence de petites doses appréciables de zinc, même si elles atteignent $0^g,005$ pour 100 de l'échantillon moyen des viscères.

M. **Raphaël Dubois** adresse une Note intitulée : *Sur la physiologie générale de la substance vivante ou bioproteon*.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

(¹) *Bull. Soc. Méd. légale*, 1918.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de janvier 1920.

Dictionnaire de physiologie, par Charles Richet; premier fascicule du tome X. Paris, Félix Alcan, s. d.; 1 vol. 28cm, 5. (Présenté par M. Charles Richet.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, *prince souverain de* Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de Jules Richard; fascicule LII : *Poissons provenant des campagnes du yacht « Princesse-Alice » (1891-1913) et du yacht « Hirondelle II »* (1914), par Louis Roule. Imprimerie de Monaco, 1919; 1 vol. 36cm. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Les progrès de la Chimie en 1918. Traduction française autorisée des *Annual reports on the progress of chemistry for* 1918, issued by the Chemical Society, publiée sous la direction de André Kling. Paris, Gauthier-Villars, 1920; 1 vol. 23cm. (Présenté par M. Haller.)

L'essor des industries chimiques en France. Ressources et avenir de ces industries, par Eugène Grandmougin. Paris, Dunod, 1919; 1 vol. 25cm.

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de H. Lecomte; tome II, fascicule 5 : *Légumineuses : papilionées* (fin), par F. Gagnepain; *rosacées*, par J. Cardot. Paris, Masson, 1920; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Lecomte.)

Résumé des principaux travaux exécutés pendant la guerre au laboratoire aérodynamique Eiffel (1915-1918), par G. Eiffel. Paris, E. Chiron, 1919; 1 vol. 32cm. (Présenté par M. l'amiral Fournier.)

Le crâne et ses rapports avec la taille, la grande envergure, le buste, le pied chez les criminels, par Charles Perrier. Paris, A. Maloine, et Lyon, A. Rey, 1920; 1 vol. 25cm.

Le Callovien du Chalet, commune de Montreuil-Bellay (M.-et-L.), par Olivier Couffon. Angers, G. Grassin, 1919; 1 vol. de texte, 23cm, et 1 vol. de planches, 33cm. (Présenté par M. Haug.)

L'équilibre des substances hétérogènes, exposé abrégé par Willard Gibbs, traduit et complété de notes explicatives par Georges Matisse. Paris, Gauthier-Villars, 1919; 1 vol. 19cm.

Contribution à la physiologie de la vision, par sir Charles Wheatstone, traduit de l'anglais, complété par des conseils pratiques et des planches d'exercices pour faciliter la vue à l'œil nu du relief des clichés stéréoscopiques, par Pierre-Th. Dufour. Lausanne, Imprimerie de la Concorde, 1919; 1 vol. 28cm. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Pensées sur la science, la guerre, et sur des sujets très variés, glanées par MAURICE LEGAT. Bruxelles, Maurice Lamertin, 1919; 1 vol. 25cm.

Mesures pratiques de radioactivité, par W. MAKOWER et H. GEIGER, traduit de l'anglais par E. PHILIPPI. Paris, Gauthier-Villars, 1919; 1 vol, 23cm.

Fondation Teyler. *Catalogue de la bibliothèque*, dressé par J. J. VERWIJNEN; tome IV, 1904-1912. Harlem, Loosjes, 1915; 1 vol. 28cm,5.

ERRATA.

(Séance du 22 mars 1920.)

Note de M. *A. Lacroix*, Les roches éruptives du Crétacé pyrénéen et la nomenclature des roches éruptives modifiées :

Page 688, ligne 6 en remontant, *au lieu de* dente, *lire* dente (²). Transporter en note (²) l'indication concernant les *Comptes rendus* dans la note (¹) de la page 689.